Keysight U1602B/U1604B ハンドヘルド・デジタル・オシロスコープ

ユーザーズ／サービス・ガイド

KEYSIGHT TECHNOLOGIES

注記：この文書には「アジレント」の記載がありますが、アジレント・テクノロジーの電子計測事業はキーサイト・テクノロジーとなりました。詳細は www.keysight.jp をご覧ください。

ご注意

マニュアル・パーツ番号

U1602-90031

版

第6版、2014年11月

Printed in Malaysia

Keysight Technologies
1400 Fountaingrove Parkway
Santa Rosa, CA 95403

保証

本書に記載した説明は「現状のまま」で提供されており、改訂版では断りなく変更される場合があります。また、キーサイト・テクノロジー株式会社（以下「キーサイト」という）は、法律の許す限りにおいて、本書およびここに記載されているすべての情報に関して、特定用途への適合性や市場商品力の黙示的保証に限らず、一切の明示的保証も黙示的保証もいたしません。キーサイトは本書または本書に記載された情報の適用、実行、使用に関連して生じるエラー、間接的及び付随的損害について責任を負いません。キーサイトとユーザが別途に締結した書面による契約の中で本書の情報に適用される保証条件が、これらの条件と矛盾する場合、別途契約の保証条件が優先されます。

テクノロジーライセンス

本書に記載されたハードウエア及びソフトウエア製品は、ライセンス契約条件に基づき提供されるものであり、そのライセンス契約条件の範囲でのみ使用し、または複製することができます。

権利の制限について

米国政府の権利の制限。連邦政府に付与されるソフトウェア及びテクニカルデータの権利には、エンド・ユーザ・カスタマに提供されるカスタマの権利だけが含まれます。キーサイトでは、ソフトウエアとテクニカル・データにおけるこのカスタム商用ライセンスをFAR 12.211（Technical Data）と12.212（Computer Software）に従って、国防省の場合、DFARS 252.227-7015（Technical Data - Commercial Items）とDFARS 227.7202-3（Rights in Commercial Computer Software or Computer Software Documentation）に従って提供します。

安全に関する注意事項

注　意

注意の表示は、危険を表します。ここに示す操作手順や規則などを正しく実行または遵守しないと、製品の損傷または重要なデータの損失を招くおそれがあります。指定された条件を完全に理解し、それが満たされていることを確認するまで、注意の指示より先に進まないでください。

警　告

警告の表示は、危険を表します。ここに示す操作手順や規則などを正しく実行または遵守しないと、怪我または死亡のおそれがあります。指定された条件を完全に理解し、それが満たされていることを確認するまで、警告の指示より先に進まないでください。

ご注意

本書に記載されている情報は、予告なしに変更されることがあります。

キーサイトは、当該地域の法律の許す限りにおいて、本書に関して、市場商品力や特定用途への適合性の黙示的保証に限らず、一切の保証をいたしません。

キーサイトは、当該地域の法律の許す限りにおいて、本書の内容の誤り、または本書の適用、実行、使用に関連して生じる間接的及び付随的損害について責任を負いません。

証明

キーサイトは、本製品が出荷時点で公表された仕様を満たしていることを証明します。またキーサイトは、その校正測定が米国National Institute of Standard and Technology（旧称National Bureau of Standards）に、この組織の校正設備が許容する限りにおいて、また他のInternational Standards Organizationメンバーの校正設備にトレース可能であることを証明します。

一般保証

本書に記載した説明は「現状のまま」で提供されており、改訂版では断りなく変更される場合があります。また、キーサイト・テクノロジー株式会社（以下「キーサイト」という）は、法律の許す限りにおいて、本書およびここに記載されているすべての情報に関して、特定用途への適合性や市場商品力の黙示的保証に限らず、一切の明示的保証も黙示的保証もいたしません。キーサイトは本書または本書に記載された情報の適用、実行、使用に関連して生じるエラー、間接的及び付随的損害について責任を負いません。キーサイトとユーザが別途に締結した書面による契約の中で本書の情報に適用される保証条件が、これらの条件と矛盾する場合、別途契約の保証条件が優先されます。本製品の保証の期間と条件は、製品が他のキーサイト製品に統合される（その一部となる）場合には変更されることがあります。保証期間中に製品の欠陥が判明した場合、キーサイトは修理または交換のうち妥当と判断した方を行います。保証期間は、製品の納品日、あるいはキーサイトが設置を行った場合は設置日から開始されます。

保証サービス

本製品に関する保証サービスまたは修理を受けるには、キーサイトが指定するサービス施設に製品を返送していただく必要があります。保証サービスのために製品をキーサイトに返送する場合、キーサイトへの送料は購入者が支払い、購入者に製品を返却するための送料はキーサイトが支払うものとします。ただし、国外からキーサイトに製品を返送する場合には、すべての送料、関税、税金を購入者が支払うものとします。

保証の制限

上記の保証は、購入者による不適切または不十分な保守、購入者が用意した製品またはインタフェース、無断の改造や使用の誤り、製品の環境仕様の範囲外での動作、不適切なサイト準備または保守から生じた故障には適用されません。

本製品とともに使用する回路の設計と実装に関する責任はすべて購入者にあります。キーサイトは、購入者の回路または、購入者の回路が原因で生じるキーサイト製品の不具合については保証しません。また、キーサイトは、購入者の回路が原因で生じた損傷、または購入者が用意した製品が原因で生じた欠陥はいっさい保証しません。

キーサイトは、当該地域の法律の許す限りにおいて、本製品に関して、書面と口頭とを問わず、明示的にも暗黙にも、他の一切の保証をせず、市場商品力、特定用途への適合性、十分な品質に関する暗黙の保証や条件を明確に否定します。

排他的な救済策

当該地域の法律の許す限りにおいて、本書で提供される救済策が購入者の唯一かつ排他的な救済策とします。キーサイトは、保証、契約、不法行為、その他いかなる法理論に基づくものであれ、あらゆる直接、間接、特殊、間接的、付随的損害（利益やデータの損失を含む）に対して責任を負いません。

安全についての概要

以下の安全に関する一般的な注意事項は、本器の操作のあらゆる段階において遵守する必要があります。これらの注意事項や、本書の他の部分に記載された具体的な警告を守らないと、本器の設計、製造、想定される用途に関する安全標準に違反します。キーサイトは、顧客がこれらの要件を守らない場合について、いかなる責任も負いません。

安全に関する注意事項

警　告

「警告」の表示がある操作手順や規則などを正しく実行または遵守しないと、怪我または死亡のおそれがあります。指定された条件を完全に理解し、それが満たされていることを確認するまで、警告の表示より先に進まないでください。

注　意

注意の表示は、危険を表します。ここに示す操作手順や規則などを正しく実行または遵守しないと、製品の損傷または重要なデータの損失を招くおそれがあります。指定された条件を完全に理解し、それが満たされていることを確認するまで、注意の指示より先に進まないでください。

安全記号

測定器およびマニュアルに記載された以下の記号は、本器を安全に操作するために守るべき注意事項を示します。

記号	説明
	グランド端子
	等電位
	注意、感電の危険あり
	取扱説明書記号。製品にこの記号が記されている場合、ユーザは付属の説明書の内容を参照する必要があります。
	直流／交流
	直流
	二重絶縁または**強化絶縁**で保護された機器。
	注意、高温の表面
CAT III	測定カテゴリIIIは、建物設備に対して実行される測定です。

規制マーク

	CEマークは、European Communityの登録商標です。このCEマークは、製品が関連するすべての欧州法的指令に適合することを示します。マークに年が付記されている場合、設計が承認された年を表します。このISMデバイスは、Canadian ICES-001に適合しています。
	CSAマークは、Canadian Standards Associationの登録商標です。
	ULマークは、Underwriters Laboratories Inc.の登録商標です。
N10149	C-tickマークは、オーストラリアSpectrum Management Agencyの登録商標です。これは、オーストラリアのRadio Communication Act（1992）の条項に基づくEMCフレームワーク規制への適合を示します。

安全に関する一般情報

以下の安全に関する一般的な注意事項は、本器の操作、サービス、修理のあらゆる段階において遵守する必要があります。これらの注意事項や、本書の他の部分に記載された具体的な警告を守らないと、本器の設計、製造、想定される用途に関する安全標準に違反します。キーサイトは、顧客がこれらの要件を守らない場合について、いかなる責任も負いません。

警　告

- **DMM/オシロスコープのCOMは、すべて内部的に接続されています。DMM/オシロスコープのCOMは、常に同じ電位に接続してください。**
- **DMMのテスト・リードとオシロスコープ・プローブを全て外してください。**

警　告

- **DMMのテスト・リードとオシロスコープ・プローブを同時に繋ぐことをしないでください。**
- **DMM機能を使用する前には、オシロスコープ・プローブを測定器から取り外してください。**
- **オシロスコープ機能を使用する前には、DMMテスト・リードを測定器から取り外してください。**

警　告

バッテリ交換の際の感電事故や火災を防ぐために:

- **ケースまたはバッテリ・ドアを開ける前に、テスト・リード、プローブ、電源を取り外してください。**
- **バッテリ・カバーを開けた状態で測定器を操作しないでください。**
- **必ず指定された絶縁プローブまたはリードを使用してください。**
- **必ず工場から提供のKeysight U1571A, 7.2 V Ni-MHバッテリ・パックを使用してください。**

警　告

火災または怪我の防止：

- 測定器に付属している指定のACアダプタとテスト・リードのみを使用してください。
- 測定器に接続する前に測定器のすべての定格とマークを確認してください。
- 測定を実行する際には、必ず正しい安全／性能定格の測定器およびアクセサリを使用してください。

最大入力電圧

- 入力CH1／CH2に直接印加（1:1プローブ）— 300 V CAT III
- 入力CH1／CH2に1:10 Probe経由で印加 — 600 V CAT III
- 入力CH1／CH2に1:100 Probe経由で印加 — 600 V CAT III
- メータ入力 — 300 V CAT III、600 V CAT II
- オシロスコープ入力 — 300V CAT III
- 電圧定格はAC正弦波の場合Vrms（50/60 Hz）、DCアプリケーションの場合VDCです。

最大フローティング電圧

- 任意の端子からグランドまで — 300 Vrms CAT III（最大400 Hz）

警　告

- **テストを行う場合、プローブまたはテスト・リードを測定器に接続してから、アクティブ回路に接続してください。プローブまたはテスト・リードをアクティブ回路から取り外してから、測定器から取り外してください。**
- **アース線は、グランドから42 Vpeak（30 Vrms）以上高い電圧に接続しないでください。**
- **電力供給中に、回路を露出したり、カバーを外したままで測定器を操作したりしないでください。**
- **露出した金属BNCまたはバナナ・プラグ・コネクタは使用しないでください。測定器に付属している絶縁電圧プローブ、テスト・リード、アダプタのみを使用してください。**
- **マルチメータ・モードで抵抗またはキャパシタンスを測定するときには、電圧を印加しないでください。**
- **測定器が正しく動作しない場合は、使用しないでください。サービスマンによる測定器の検査を受けてください。**
- **濡れた環境や湿った環境で測定器を操作しないでください。**
- **爆発の危険がある環境で測定器を操作しないでください。可燃性のガスや炎のある場所で製品を操作しないでください。**
- **測定器の表面は清潔で乾燥した状態にしておいてください。**

注　意

静電放電の防止

静電放電（ESD）により測定器内のコンポーネントやアクセサリが損傷を受ける可能性があります。

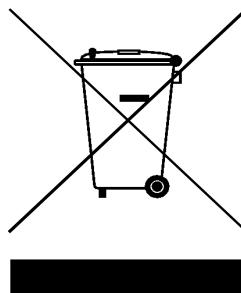
- 壊れやすい機器の設置や取り外しを行うときには、静電気のない作業場所を選択してください。
- 壊れやすいコンポーネントの取り扱いは最小限にとどめてください。コンポーネントと露出しているコネクタ・ピンとを接触させないでください。
- 壊れやすいコンポーネントの輸送や保管には、コンポーネントを静電気から保護するESD防止バッグまたはコンテナを使用してください。
- 電池（オプション）は、適切にリサイクルまたは廃棄する必要があります。

Waste Electrical and Electronic Equipment（WEEE）指令 2002/96/EC

本器は、WEEE指令（2002/96/EC）のマーキング要件に適合します。貼付された製品ラベルは、本電気／電子製品を家庭ゴミとして廃棄してはならないことを示します。

製品カテゴリ:

WEEE指令付録1の機器タイプに基づいて、本器は"Monitoring and Control Instrument"製品に分類されます。

製品に貼付されるラベルを下に示します。

家庭ゴミとして廃棄しないこと

不要になった測定器の回収については、計測お客様窓口にお問い合わせいただくか、下記を参照してください。

http://www.keysight.com/environment/product

上記の場所に詳細情報が記載されています。

Keysight Technologiesは、Rechargeable Battery Recycling Corporation （RBRC）を通じて、米国およびカナダでバッテリ・リサイクルのオプションを無料で提供します。877-2-RECYCLE（877.273.2925）またはオンライン（http://www.call2recycle.org/）でお近くのリサイクル・ロケーションをお問い合わせください。

環境条件

本器は、結露の少ない屋内環境で使用するように設計されています。表1に、一般的な環境要件を示します。

表1 環境要件

環境条件	要件
最大高度	2000 m
温度	0～50℃（動作時）
	–20℃～70℃（非動作時）
湿度	80%RH、40℃（フル確度での動作）

注 意

本器は、オシロスコープ測定では測定カテゴリIII、300 V、マルチメータ測定では測定カテゴリIII、300 VおよびカテゴリII、600 Vで使用されるように設計されており、環境汚染度2で下記の安全規格に適合します。

- IEC 61010-1:2001/ EN61010-1:2001
- カナダ：CSA C22.2 No. 61010-1:2004
- 米国: UL 61010-1:2004

本書の内容

1 **作業の開始**　第1章では、ハンドヘルド・デジタル・オシロスコープのセットアップと使用の準備について説明します。この章ではまた、ハンドヘルド・オシロスコープのフロント・パネル機能の基本も紹介します。

2 **フロント・パネルとディスプレイの概要**　第2章では、測定器のフロント・パネルとディスプレイの概要を紹介し、本器が提供する一般的な機能について簡単に説明します。

3 **オシロスコープ機能の使用**　第3章では、信号チャネルの結合、波形測定、波形表示コントロールについて詳細に説明します。この章にはまた、オシロスコープの各機能を理解するための詳細な手順の説明があります。

4 **デジタル・マルチメータ機能の使用**　第4章には、マルチメータ機能を選択して使用するためのリファレンス情報を記します。この章ではまた、メータ測定のための接続の実行方法を説明します。

5 **データ・ロガー機能の使用**　第5章では、マルチメータ測定機能用のデータ・ロギングの使用方法を説明します。

6 **サービスと保守**　第6章では、保証サービスおよび保守手順の説明と、測定器に発生する可能性がある一般的な問題の解決のヒントを記載します。

7 **性能試験**　第7章では、ハンドヘルド・オシロスコープの動作と性能が仕様を満たすかどうかを検証する方法を説明します。

8 **一般的な分解**　第8章では、ハンドヘルド・オシロスコープから部品を取り外す方法と、交換部品のリストを示します。

9 **特性と仕様**　第9章には、U1602BおよびU1604Bハンドヘルド・デジタル・オシロスコープの仕様と特性を記します。

適合宣言書 (DoC)

この機器の適合宣言書 (DoC) は Web サイトから入手可能です。DoC は製品モデルまたは説明で検索できます。

http://www.keysight.com/go/conformity

注　記

該当する DoC を検索できない場合は、お近くのキーサイトの担当者までお問い合わせください。

目次

1 作業の開始 1

パッケージの内容を確認するには 2

電池を充電するには 5

測定器の電源をオンにするには 6

デフォルト出荷時設定にリセットするには 6

自己校正を実行するには 8

日付と時刻を設定するには 9

自動電源切断を設定するには 11

クイック・ヘルプの言語を選択するには 12
ディスプレイのコントラストを調整するには 13

オシロスコープ・プローブを補正するには 14

2 フロント・パネルとディスプレイの概要 17

フロント・パネルの概要 17

オシロスコープ表示の概要 22

マルチメータ表示の概要 24

3 オシロスコープ機能の使用 25

垂直コントロール 26
波形表示のチャネル選択 26
垂直システム・セットアップ 28
垂直基準グランド位置を変更するには 28
波形を画面の中央に表示するには 29
垂直感度を変更するには 30
チャネル結合コントロール 31
AC チャネル結合 31
DC チャネル結合 32
グランド・チャネル結合 32

プローブ減衰コントロール　33
反転コントロール　34
水平コントロール　36
垂直システム・セットアップ　36
水平スケーリング係数を変更するには　36
波形の遅延を設定するには　37
トリガ・ポイント・インジケータを変更するには　38
水平モード機能　39
タイム・ベース・モード　39
メイン / ズーム・モード　40
ロール・モード　42
トリガ・コントロール　43
トリガ・モード　43
Auto トリガ・モード　44
Normal トリガ・モード　44
Single トリガ・モード　44
トリガ・タイプ　45
Edge Trigger　45
Pulse Trigger　47
Pattern Trigger　48
Video Trigger　51
波形コントロール　52
ノーマル収集モード　53
アベレージ収集モード　53
ピーク検出モード　54
表示コントロール　55
表示タイプ　55
ディスプレイのコントラスト　56
格子線　57
無限持続表示　57
自動測定　58
自動測定を実行するには　59
時間自動測定　60
+ デューティ　60
– デューティ　60

+ 幅 61
– 幅 61
周波数 61
立ち上がり時間 61
立ち下がり時間 61
周期 62
電圧自動測定 62
平均 62
平均サイクル 62
振幅 62
トップ 62
ベース 63
最大値 63
最小値 63
p-p 63
実効値 63
位相と遅延 64
位相 64
遅延 64
プリシュートとオーバシュート 65
プリシュート 65
+ オーバシュート 65
– オーバシュート 65

カーソル測定コントロール 66

Xカーソル測定 67
Yカーソル測定 70

演算機能コントロール 73

デュアル波形演算: 加算、減算 73
加算（CH1 + CH2） 74
減算（CH1 – CH2、CH2 – CH1） 75
FFT（高速フーリエ変換） 76
Source 76
V Axis 76
Window 77

セーブ／リコール・コントロール 78

USBフラッシュ・メモリ・デバイスを使用しないセーブ／リコール・コントロール 78
セットアップをセーブ／リコールするには 79

波形をセーブ／リコールするには 80
セットアップを消去するには 82
波形を消去するには 83
工場セットアップを復元するには 84
USBフラッシュ・メモリ・デバイスを使用したセーブ／リコール・コントロール 86
波形を保存するには 87
波形をロードするには 87
波形を消去するには 88
波形をクリアするには 88

オートスケールおよびRun/Stopコントロール 89

オートスケール 89
Run/Stopコントロール 90

ユーティリティ・コントロール 91

自動電源切断コントロール 91
言語選択 92
USBフラッシュ・メモリのオン／オフ 92
日付と時刻の設定 92
自己校正 92
プローブ校正 93
電池消耗モード 93
ミュート機能 94

4 デジタル・マルチメータ機能の使用 95

電圧計 96

抵抗計 98

抵抗測定 98
導通テスト 100
ダイオード・テスト 101
キャパシタンス測定 103

補助メータ 104

温度計 104
電流計 106
湿度計 107
圧力計 108

相対機能　110

マルチメータ・モードの自動測定　112

テストのリスタート　113

オートレンジ・モード　113

5　データ・ロガー機能の使用　115

データ・ロガー機能　116

データ・ロガー・モードの自動測定　119

CSV保存機能と間隔設定　119

テストのリスタート　120

6　サービスと保守　121

保証サービス　122

標準保証（全世界）　122
アクセサリ保証　123
標準校正サービス（オプション）　123
サービスのためのKeysight Technologiesへの測定器の返送　124

清掃　125

基本的なトラブルシューティングのヒント　125

7　性能試験　129

性能試験間隔　130
性能試験レコード　130
テスト前のウォームアップ　130

テスト機器のリスト　131

オシロスコープ性能検証試験　133

電圧測定確度検証試験　133
帯域幅検証試験　136
水平Δtおよび1/Δt確度検証試験　138
トリガ感度検証試験　139

マルチメータ性能検証試験 141
DC電圧検証試験 141
AC電圧検証試験 143
抵抗検証試験 144
キャパシタンス検証試験 145
ダイオード検証試験 146
導通検証試験 147
自己校正 148
自己校正エラー・コード 149
8 一般的な分解 155
機械的分解 156
スタンドを取り外すには 157
バッテリ・パックを取り外すには 158
バッテリ・パックを交換するには 159
ハンドラを取り外すには 162
フロント・カバーとリア・カバーを取り外すには 163
キーパッドを取り外すには 165
システム・ボードを取り外すには 166
LCDディスプレイを取り外すには 167
交換部品 168
9 特性と仕様 169
仕様 170
特性 173
一般特性 178
環境条件 179
汚染度 179
汚染度の定義 179
測定カテゴリ 180
測定カテゴリの定義 180

図

図 1-1. 標準付属コンポーネント 3
図 1-2. オプションのアクセサリ 4
図 1-3. 電池の充電 5
図 1-4. 工場設定 7
図 1-5. 自己校正ダイアログ・ボックス 9
図 1-6. 日付フォーマットの選択 10
図 1-7. 日付と時刻の設定 10
図 1-8. 自動電源切断機能 11
図 1-9. ディスプレイのコントラストの調整 13
図 1-10. オシロスコープ・プローブ補正のための接続 14
図 1-11. 過補正された10Xオシロスコープ・プローブの場合、図1-13のようにできるだけ平坦なパルスが得られるようにトリマ・キャパシタを調整します。 15
図 1-12. プローブ補正のためのトリマ・キャパシタ 15
図 1-13. オシロスコープ・プローブ補正のパルス形状リファレンス 16
図 2-1. U1600B シリーズ・ハンドヘルド・デジタル・オシロスコープのフロント／サイド・パネル 18
図 2-2. オシロスコープ表示の解釈 22
図 2-3. メータ表示の解釈 24
図 3-1. 両方のチャネルの表示がオフになっているScopeメニュー表示 26
図 3-2. OnまたはOffを選択して、波形表示をオン／オフします。 27
図 3-3. 表示波形の垂直位置の調整 28
図 3-4. 垂直グランド基準シンボルを0 Vにリセット 29
図 3-5. 垂直感度表示 30
図 3-6. ACチャネル結合 31
図 3-7. DCチャネル結合 32
図 3-8. Gndチャネル結合 32
図 3-9. プローブ減衰スケール設定 33
図 3-10. 反転前の波形 34
図 3-11. 反転後の波形 35
図 3-12. ステータス表示行の時間/div表示 36
図 3-13. 波形のタイムベースの変更 37

図 3-14. 時間基準の選択 39
図 3-15. XYフォーマット表示 40
図 3-16. Window機能をオンにすると、ズーム領域選択バーが画面中央に表示されます。回転スイッチを時計回りに回すと、ズーム領域が拡大されます。 41
図 3-17. F1を押してズーム機能をオンにします 42
図 3-18. Normalトリガ・モード 43
図 3-19. ノーマル収集モード 53
図 3-20. アベレージ収集モード 54
図 3-21. ピーク検出モード 54
図 3-22. ドット表示タイプ 55
図 3-23. ベクトル表示タイプ 56
図 3-24. 測定1ファイルの自動測定の選択 60
図 3-25. +幅および–幅測定 61
図 3-26. 周期測定 62
図 3-27. 電圧測定 63
図 3-28. 位相測定 64
図 3-29. 遅延測定 64
図 3-30. カーソル測定メニュー 66
図 3-31. チャネル1信号に対するX1およびX2カーソル・ラインを使ったXカーソル測定 68
図 3-32. チャネル2信号に対するX1およびX2カーソル・ラインを使ったXカーソル測定 69
図 3-33. Xカーソル測定に対する演算機能 69
図 3-34. チャネル1信号に対するY1およびY2カーソル・ラインを使ったYカーソル測定 71
図 3-35. チャネル2信号に対するX1およびX2カーソル・ラインを使ったYカーソル測定 72
図 3-36. Yカーソル測定に対する演算機能 72
図 3-37. チャネル1とチャネル2の加算機能 74
図 3-38. チャネル1信号からチャネル2信号を減算した結果 75
図 3-39. Save/Recallメニュー 78

図 3-40. <Save>表示は、セットアップ・ファイルが保存されていないことを示します。F1を押すとセットアップをセットアップ1に保存できます。 79
図 3-41. <Load>表示は、構成セットアップ・ファイルがセットアップ1に保存されていることを示します。F1を押すと内蔵メモリからセットアップをロードできます。 80
図 3-42. <Save>表示は、波形が保存されていないことを示します。F1を押すと、波形を波形1に保存できます。 81
図 3-43. <Load>表示は、波形ファイルが波形1に保存されていることを示します。F1を押すと内蔵メモリから波形をロードできます。この機能は、波形の比較に便利です。 81
図 3-44. <None>表示は、セットアップ・ファイルが保存されていないことを示します。セットアップ1の<Erase>は、内蔵メモリからセットアップ・ファイルを消去できることを示します。 82
図 3-45. <None>表示は、波形が保存されていないことを示します。波形1の<Erase>は、内蔵メモリから波形を消去できることを示します。 83
図 3-46. Save/Load Setupメニューで工場セットアップを復元します。 85
図 3-47. 測定器は工場デフォルト設定の復元の確認を求めます。 85
図 3-48. USBフラッシュ・メモリを接続して、外部メモリ・デバイスに波形を保存してダウンロードできます。 86
図 3-49. USBフラッシュ・メモリ・デバイスからの波形のロード 88
図 3-50. Run/Stopモード 90
図 3-51. 自動電源切断コントロール 91
図 3-52. 電池消耗状態でのメッセージ表示 93
図 4-1. マルチメータ表示 96
図 4-2. DC測定表示 97
図 4-3. 抵抗測定 99
図 4-4. 導通テストでショートが見つかるとビープ音が鳴ります。 100
図 4-5. 順バイアス条件のダイオード 102
図 4-6. オープン条件のダイオード 102
図 4-7. キャパシタンス測定 103
図 4-8. 摂氏（°C）と華氏（°F）の温度測定表示 105
図 4-9. 電流測定 107
図 4-10. 湿度測定 108
図 4-11. 圧力測定 109

図 4-12. 読み値を基準値に設定 110
図 4-13. 読み値を測定値に設定 111
図 4-14. 測定値と基準値の差から得られた相対測定 111
図 4-15. 抵抗測定モードの自動測定 112
図 4-16. オートレンジ・モード 114
図 4-17. 手動レンジ・モード 114
図 5-1. DC電圧データ記録では最大値測定が選択されています。初期タイム・ベースは15秒150秒です。 118
図 5-2. 150秒を超えると、グラフは自動的に画面の半分に圧縮され、タイムベースは30秒300秒に変化します。 118
図 5-3. CSV保存機能をオン 119
図 5-4. 間隔の設定 120
図 7-1. キャリブレータから測定器／デジタル・マルチメータへのテスト接続 135
図 7-2. キャリブレータから測定器へのテスト接続 142
図 7-3. 自己校正ダイアログ・ボックス 149
図 8-1. 矢印の方向に押してスタンドを取り外す 157
図 8-2. 測定器からスタンドを取り外す 157
図 8-3. バッテリ・カバーのネジを外す 158
図 8-4. ピンセットを使ってプリント基板から3端子コネクタを引き抜く 159
図 8-5. スタンドを取り外さずにバッテリ・パック・カバーを取り外す 160
図 8-6. ピンセットを使って3端子コネクタを引き抜く 160
図 8-7. リア・カバーからネジを外す 162
図 8-8. ハンドラを測定器から取り外す 162
図 8-9. 上記の消耗部品を取り外して再組み立てまで保管 163
図 8-10. フロント・カバー（右）とリア・カバー（左）を測定器のプリント基板から取り外す 164
図 8-11. フロント・カバーの10個のネジを外す 165
図 8-12. フロント・カバーからキーパッドを取り外す 165
図 8-13. 6個のネジを外し、リボン・ケーブルをプリント基板から引き抜く 166
図 8-14. 4つのネジを外してLCDディスプレイ・ユニットを取り外す 167

表

表 1-1. 電源コードのタイプ 4
表 3-1. オートスケール条件 89
表 7-1. オシロスコープ性能試験用のテスト機器のリスト 131
表 7-2. マルチメータ性能試験用のテスト機器のリスト 132
表 7-3. 電圧測定確度の検証に用いられる設定 134
表 7-4. 信号発生器の周波数設定 137
表 7-5. DC電圧検証試験 142
表 7-6. AC電圧検証試験 143
表 7-7. 抵抗検証試験 144
表 7-8. キャパシタンス検証試験 145
表 7-9. ダイオード検証試験 146
表 7-10. 自己校正エラー・コード 150
表 8-1. 交換部品リスト 168
表 9-1. 保証される仕様 170
表 9-2. 特性 173
表 9-3. サンプリング・レート 177
表 9-4. 一般特性 178

1
作業の開始

パッケージの内容を確認するには 2
電池を充電するには 5
測定器の電源をオンにするには 7
デフォルト出荷時設定にリセットするには 7
自己校正を実行するには 9
日付と時刻を設定するには 10
自動電源切断を設定するには 12
クイック・ヘルプの言語を選択するには 13
ディスプレイのコントラストを調整するには 14
オシロスコープ・プローブを補正するには 15

U1600B ハンドヘルド・デジタル・オシロスコープ・シリーズには、2 つのチャネルの波形を鮮明に区別できる 4.5 インチ LCD カラー・ディスプレイが装備されています。この U1600B シリーズは、設置、保守、サービス、オートメーション分野の技術者向け、高性能なトラブルシューティング／品質保証ツールです。U1600B シリーズには 2 つのモデルがあります。20 MHz 帯域幅の U1602B と、40 MHz 帯域幅の U1604B です。どちらのモデルも、最大 200 M サンプル /s のリアルタイム・サンプリング速度を実現します。デュアル波形演算（DWM）機能と高速フーリエ変換（FFT）機能（U1604B の場合）を使用して、タイム・ドメインと周波数ドメインの両方で迅速に波形解析を実行することができます。内蔵の 6000 分解能カウントの真の実効値デジタル・マルチメータに装備されたオートレンジ機能を使用すると、電圧、抵抗、補助測定など、高速、高確度のメータ測定が可能です。さらに、この U1600B シリーズにはすべてのメータ測定に対応したデータ・ロガー機能が装備されており、一連のデータ・ポイントを統合してデータ記録に役立てることができます。

パッケージの内容を確認するには

✔ 梱包を開き、輸送用カートンに損傷がないかどうか確認します。

輸送用カートンに損傷が認められる場合、パッケージ内容に異常がないかどうかの確認と、ハンドヘルド・デジタル・オシロスコープの機械的／電気的検査がすむまで、輸送用カートンと緩衝材を保存しておきます。

以下の標準出荷品目と、オプションのアクセサリ（注文した場合）が揃っていることを確認します。

- U1602BまたはU1604Bハンドヘルド・デジタル・オシロスコープ
- 電源コード
- ACアダプタ
- オシロスコープ・プローブ
  - 10:1 10 MΩパッシブ・プローブ×2
- DMMテスト・リード×2
- 中程度の口のワニロクリップ×3
- オシロスコープ・フック・クリップ×2
- オシロスコープ・グランド・ワニロクリップ×2
- クイック・スタート・ガイド
- 製品リファレンスCD（内容は下記参照）
  - ユーザーズ／サービス・ガイド
  - クイック・スタート・ガイド
  - PCリンク・アプリケーション・ソフトウェア
  - PCリンク・クイック・スタート・ガイド
- 校正証明書（CoC）

オプションのアクセサリ:

- 100:1 10 MΩパッシブ・プローブおよびグランド・ワニロクリップ
- ソフト・ケーシング

✔ オシロスコープの検査

- 機械的損傷や欠陥が見つかった場合、あるいは測定器が正しく動作しないか、性能試験に合格しない場合、計測お客様窓口までご連絡ください。
- 輸送用カートンが損傷している場合、あるいは緩衝材に力が加わった跡がある場合、運送業者と計測お客様窓口にご連絡ください。運送業者による検査のために緩衝材を保存しておいてください。計測お客様窓口では、修理または交換が必要と判断した場合、苦情の決着を待たずにその手配を行います。

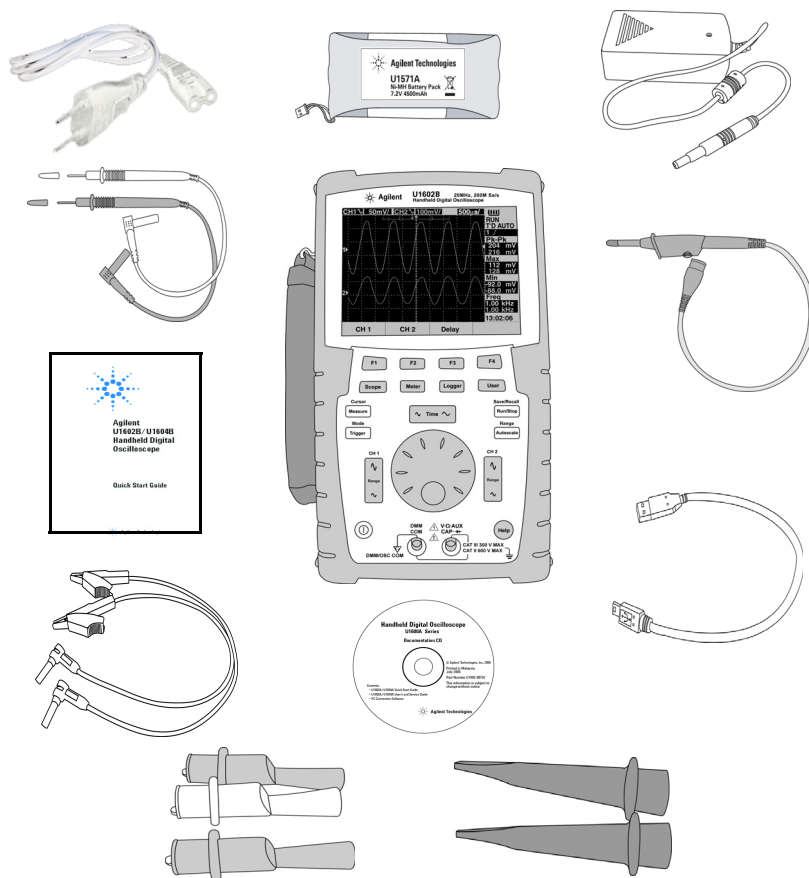



図1-1　標準付属コンポーネント

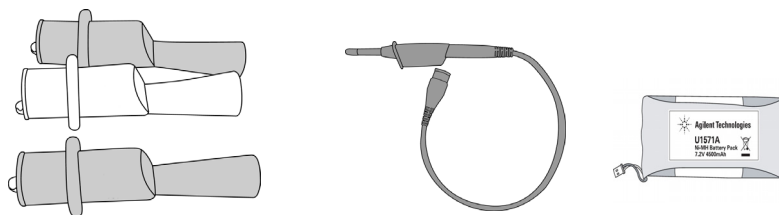



図1-2　オプションのアクセサリ

表1-1　電源コードのタイプ

プラグ・タイプ	パーツ番号	プラグ・タイプ	パーツ番号
英国	8120-6315	南アフリカ／インド	8121-0702
オーストラリア、ニュージーランド	8120-6312	日本	8120-6316
ヨーロッパ	8120-6314	ブラジル、タイ、フィリピン	8121-0664
米国、カナダ（120 V）	8120-6313	アルゼンチン	8120-6316
中国	8120-8373	チリ	8120-8452
韓国	8120-8441		

注　記　図 1-1 の電源コードのタイプは、表示目的にのみ示されています。標準の出荷製品の一部として付属する電源コードのタイプは、表 1-1に示す地域毎に異なります。

電池を充電するには

✔ 測定器が届いたら、指定されたKeysight ACアダプタを使用して、充電式電池を約5時間、完全に充電する必要があります。必ず正しい電源ケーブルを使用してください（表1-1を参照）。ACアダプタは、100 VAC～240 VAC、50/60 Hzの範囲の入力電源電圧を出力電圧12 VDC、2 Aに自動的に変換します。

新しい充電式電池は、放電した状態で届くので、使用する前に充電してください。初回ご利用時（または長期保管後）には、充電式電池を最大容まで充電するのに、3～4時間の充電／放電サイクルを要する場合があります。放電するには、シャット・ダウンするか、電池消耗警告が表示されるまで、充電式電池の電力でオシロスコープを動作させます。

注　意　電池漏れによる測定器の損傷を防ぐには、空になった電池を必ずすぐに取り外します。

注　記　測定器の電源をオフにした急速充電モードでは、充電時間は約5時間です。

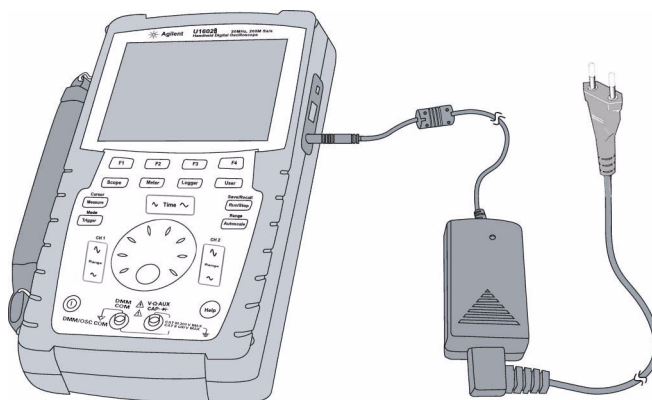



図1-3　電池の充電

測定器の電源をオンにするには

✔ 測定器の電源をオン／オフするには、フロント・パネルの左下隅にある (I) ボタンを押してそのまま押し続けます。測定器は前回使用時の構成セットアップを不揮発性メモリからロードします。

デフォルト出荷時設定にリセットするには

✔ デフォルト出荷時設定は、測定器を既知の動作条件に戻します。F1 Factory Setupソフトキーを押すと、既存のユーザ定義構成設定がすべて削除されます。削除したユーザ定義設定を回復することはできません。

1. Save/Recall [Run/Stop] ボタンを押してそのまま押し続け、Save/Recallメニューに入ります。
2. F1ソフトキーを選択して、Save/Recall Setupモードに入ります。
3. Save/Recallモードのページ1/4で、F1を押して工場セットアップを復元します。

主要なデフォルト設定は次のとおりです。

水平軸　Mainモード、100 µs/divスケール、0 s遅延、中央時間基準、ウィンドウ・オフ

垂直軸　垂直チャネル1オン、5 V/divスケール、DC結合、0 V位置、プローブ係数1X

トリガ　Edgeトリガ、Auto掃引モード、0 Vレベル、チャネル1信号源、DC結合、立ち上がりエッジ・スロープ

表示　ベクトル・オン、50%コントラスト、格子線グリッド、無限持続表示オフ

収集　ノーマル・モード、Run/StopをRun、カーソルと測定オフ

DMM　電圧計はDCに設定、相対オフ、自動測定

抵抗計は抵抗に設定、相対オフ、自動測定

温度計は℃に設定、相対オフ

電流計はDCに設定、相対オフ

湿度計は%RHに設定、相対オフ

圧力計はpsiに設定、相対オフ

ロガー　ロガー・ボルト、DC入力、最大ログ

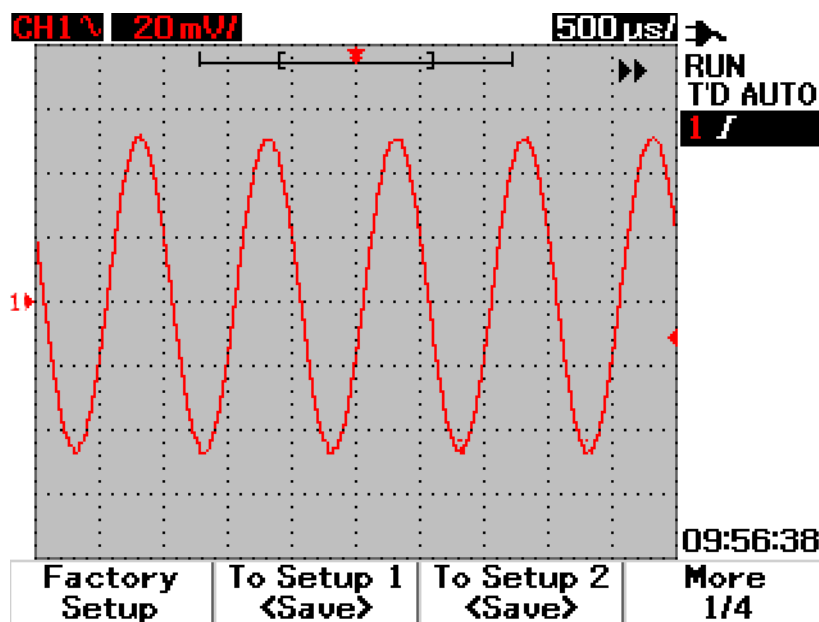



図1-4　工場設定

自己校正を実行するには

✔ 自己校正は、測定器が正しく動作していることを確認する役割を果たします。自己校正では、内部セルフ・アライメント・ルーチンを使って、オシロスコープ内部の信号経路が最適化されます。このルーチンは、内部で発生された信号を使って、チャネル感度、オフセット、トリガの各パラメータに影響する回路を最適化します。

自己校正を実行する前に、測定器を30分以上ウォームアップします。自己校正は以下の場合に実行してください。

- 12ヶ月ごと、または2000時間の動作後
- 周囲温度が校正温度から10℃より大きく変化した場合
- 測定確度を最大化したい場合
- 異常動作が発生した場合
- 修理後に正しい動作を確認するため

1 User ボタンを押してF4ソフトキーのUtilityモードにアクセスします。
2 Utilityモードのページ3/4で、F1を押して自己校正を開始します。
3 自己校正ダイアログ・ボックスが表示され、測定器のすべての入力接続を取り外してから、F1を押して自己校正を開始してくださいというメッセージが表示されます。

警　告

測定器の入力端子のすべてのプローブおよびメータ接続を取り外します。自己校正を実行する前に、測定器を30分以上ウォームアップします。詳細については、「自己校正 148」を参照してください。

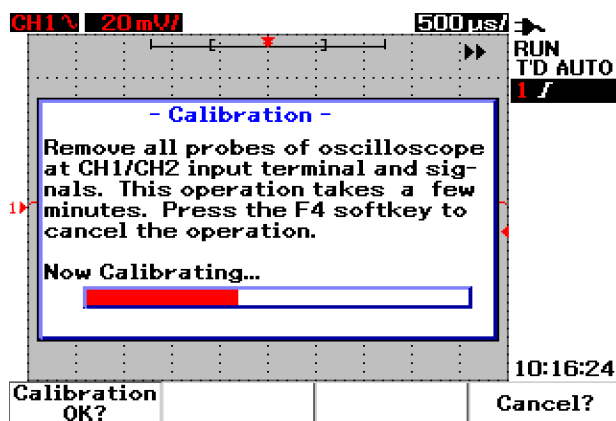



図1-5　自己校正ダイアログ・ボックス

日付と時刻を設定するには

✔ 測定器に現在の日付と時刻を設定できます。現在の時刻と日付は、ディスプレイの右下隅に表示されます。日付と時刻を設定するには、以下の手順を実行します。

1 User ボタンとF4ソフトキーを押して、Utilityモードに入ります。
2 Utilityモードのページ2/4で、F1を押して時刻フォーマットをMM/DD/YYまたはYY/MM/DDから選択します。
   - MM: 月
   - DD: 日
   - YY: 年

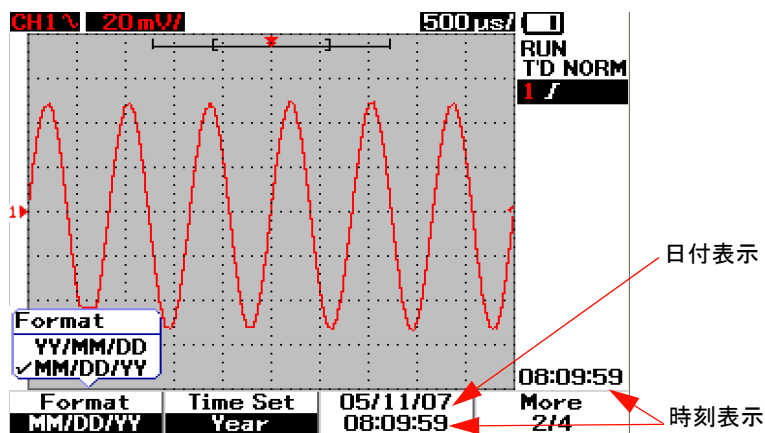



図1-6　日付フォーマットの選択

3　F2を押して、Year（年）、Month（月）、Day（日）、Hour（時）、Minute（分）、Second（秒）のいずれかを選択し、ロータリ・スイッチを回して値を選択します。

4　ロータリ・スイッチを押して設定を保存します。

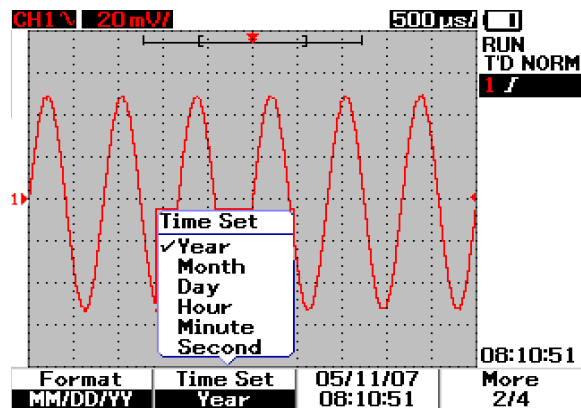



図1-7　日付と時刻の設定

自動電源切断を設定するには

✔ 測定器には自動電源切断機能があります。この機能は、電池を節約するために、一定時間フロント・パネル・キーの操作がなかった場合に電源を切るものです。設定された時間が経過すると、測定器は最新の構成設定を保存し、自動的に電源をオフにします。

自動電源切断を設定するには、以下の手順を実行します。

1. User ボタンとF4ソフトキーを押して、Utilityモードに入ります。
2. Utilityモードの1/4ページで、F1を押して時間を選択します。

   5分/10分/30分/1時間/2時間/4時間が選択できます。

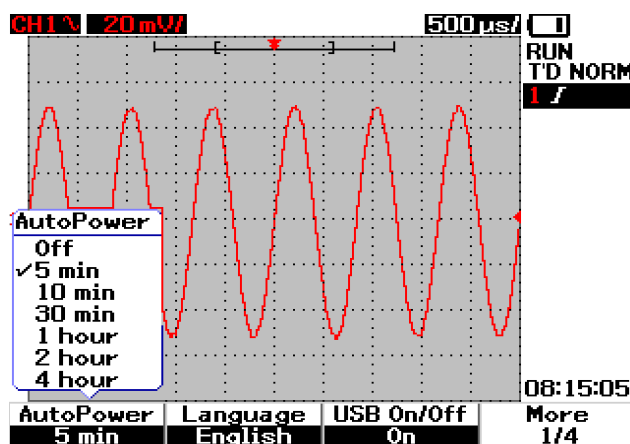



図1-8　自動電源切断機能

クイック・ヘルプの言語を選択するには

✔ クイック・ヘルプはさまざまな言語でアクセスできます。本書の刊行時点では、英語、ドイツ語、フランス語、イタリア語、ポルトガル語、スペイン語、韓国語のクイック・ヘルプが用意されています。本器には英語版のクイック・ヘルプが付属します。オプションで、他言語版を、Product Reference CDまたは下記の製品Webページからダウンロードできます: www.keysight.com/find/handheldscope

クイック・ヘルプの言語を選択するには、以下の手順を実行します。

1 User ボタンと **F4** ソフトキーを押して、**Utility** モードに入ります。
2 **Utility** モードの **1/4** ページで、**F2** を押して言語リストのプルアップ・メニューを表示します。
3 ロータリ・スイッチを押して言語設定を保存します。

本器のファームウェアのアップグレードおよび他言語版のクイック・ヘルプのダウンロード方法を以下に示します。

1 ファームウェア（バイナリ・ファイル）を選択して、ハード・ディスク上の任意のディレクトリに保存します。
2 本器がPCに接続されていないことを確認してください。
3 ファームウェア・ローダ（Product Reference CDに収録）をダブルクリックして起動します。
4 **Open BIN**をクリックして、保存されているファームウェア・バイナリ・ファイルを参照します。
5 本器のUSB接続をオンにするため、フロント・パネルでUser > Utility（F4ソフトキー）> USB On/Off（1/4ページ）> On（F3ソフトキー）を押します。
6 本器をUSBケーブルでPCに接続します。PCは本器を自動的に検出します。
7 ファームウェア・アップグレードを有効にするため、本器の電源をオフにし、もう一度オンにします。電源をオンにすると、ファームウェア・アップグレードが自動的に実行され、古いファームウェアが新しいファームウェアに置き換えられます。

注　意　ファームウェアのダウンロード中は、本器とPCの間のUSB接続を切り離さないでください。切り離した場合、本器がハングし、電源をオフにできなくなるおそれがあります。このような場合、バッテリを取り外してから、ステップ1～10をやり直してください。

8 ファームウェア･アップグレードが終了すると､本器の電源が自動的にオフになります。

9 **Exit**をクリックしてファームウェア・ローダを終了します。

10 本器の電源をオンにし､フロント･パネルでUser > Utility（F4ソフトキー）> Languages（F2ソフトキー）を押して、英語またはインストールされている言語を選択します。クイック・ヘルプ・メニューが選択した言語で表示されます。

ディスプレイのコントラストを調整するには

✔ LCDの明るさは以下の手順で調整できます。

1 User ボタンとF1ソフトキーを押して、Displayモードに入ります。

2 Displayモードの1/2ページで、F2を1回押して値のロックを解除します。

3 ディスプレイのコントラストを上げるには、ロータリ・スイッチを時計回りに回します。ディスプレイのコントラストを下げるには、ロータリ・スイッチを反時計回りに回します。

4 F2をもう一度押してコントラスト設定をロックします。

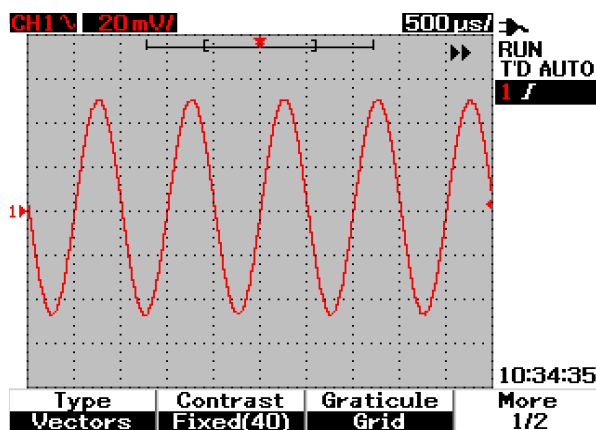



図1-9　ディスプレイのコントラストの調整

オシロスコープ・プローブを補正するには

✔ パッシブ・オシロスコープ・プローブをどれかの入力チャネルに初めて接続する場合は、オシロスコープ・プローブ補正を実行する必要があります。これは、プローブの特性を測定器と整合させるために重要です。正しく補正されたプローブを使用しない場合、測定の確度は保証されません。

オシロスコープ・プローブの補正を調整するには、以下の手順を実行します。

1 User ボタンとF4ソフトキーを押して、Utilityモードに入ります。
2 Utilityモードのページ3/4で、F2を押してプローブ校正を開始します。
3 プローブを測定器に接続する前に、F1でプローブ減衰（10Xまたは100X）を選択します。
4 パッシブ・プローブをチャネル2、プローブ接点をチャネル1に接続します。入力信号はチャネル1からの3 Vp-p、1 kHz信号です。

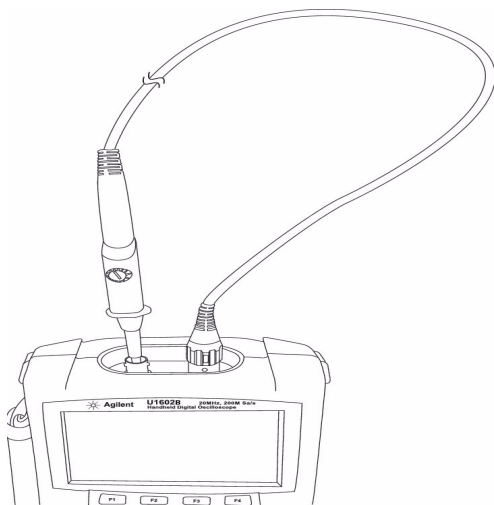



図1-10　オシロスコープ・プローブ補正のための接続

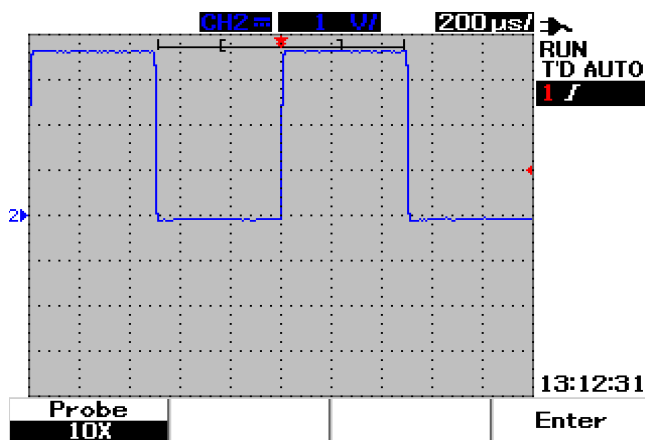



図1-11　過補正された10Xオシロスコープ・プローブの場合、図1-13のようにできるだけ平坦なパルスが得られるようにトリマ・キャパシタを調整します。

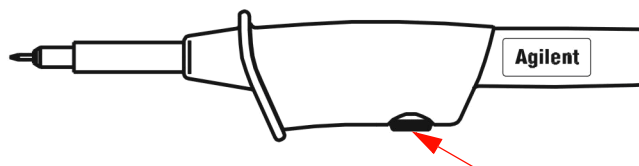



図1-12　プローブ補正のためのトリマ・キャパシタ

金属製でない工具を使ってトリマ・キャパシタを調整し、図1-13のようにできるだけ平坦なパルスが得られるようにします。トリマ・キャパシタの位置については図1-12を参照してください。

図1-13　オシロスコープ・プローブ補正のパルス形状リファレンス

2
フロント・パネルとディスプレイの概要

フロント・パネルの概要　17
オシロスコープ表示の概要　22
マルチメータ表示の概要　24

フロント・パネルの概要

この章では、Keysight U1600Bシリーズ・ハンドヘルド・デジタル・オシロスコープのフロント・パネル・コントロールについて説明します。フロント・パネル・キーは、オシロスコープ／メータ測定の設定と実行に用いられます。これらのキーを使って個々の機能や値設定のソフトキー・メニューを表示し、ロータリ・スイッチを回して選択します。フロント・パネル・キーを押すと、機能メニューの第1層が表示されます。ここでは、ディスプレイ下の4つのソフトキーを使って機能のサブメニューを選択できます。これら4つのソフトキーによって、個々の機能の設定を表示し、変更することができます。

ロータリ・スイッチは、チャネル波形を移動するためのセレクタの確定ボタンの役割を果たします。値設定を調整するには、ロータリ・スイッチを時計回りに回して値を増やすか、反時計回りに回して値を減らし、ロータリ・スイッチを押して値を確定します。

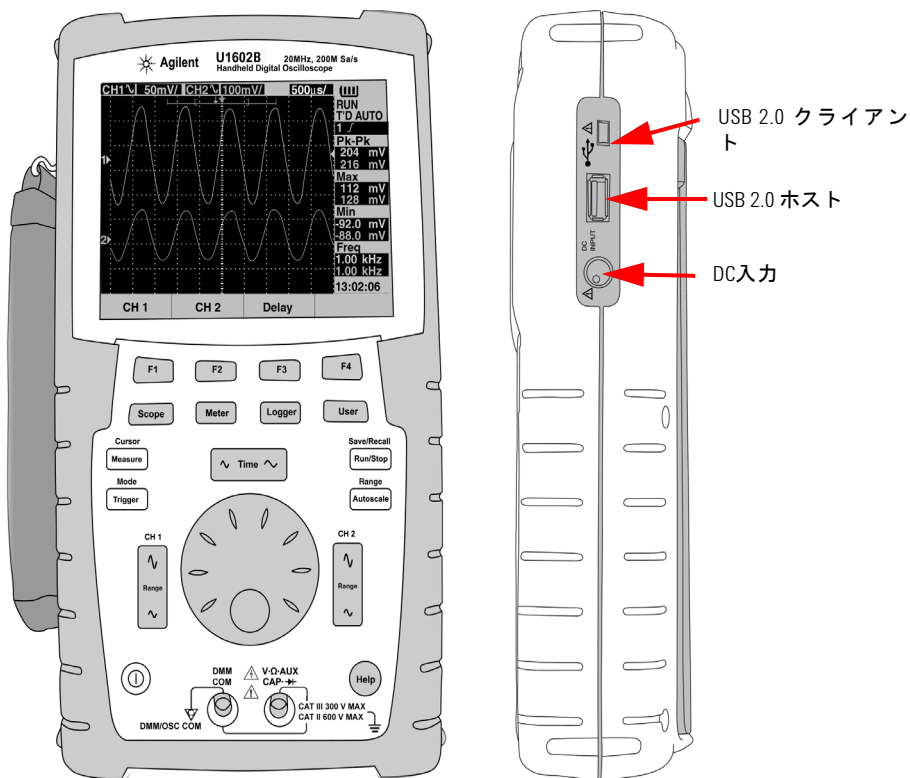



図2-1 U1600Bシリーズ・ハンドヘルド・デジタル・オシロスコープのフロント／サイド・パネル

注　記

メイン機能のサブメニューを終了するには、メイン・ファンクション・キーのどれかを押します。

1　電源スイッチ　電源スイッチ ⏻ ボタンを押してそのまま押し続けると、測定器の電源をオン／オフできます。

2　ソフトキー　各キーの機能は、ディスプレイに表示されているメニューに応じて異なります。4つのソフトキーは、LCDディスプレイの下にあります。

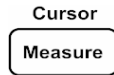
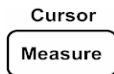
3　Scope　チャネル1およびチャネル2の波形設定にアクセスするためのメイン・ファンクション・キー。Scopeモードでは、波形表示を遅延セクションに設定し、XYおよびYTタイム・ベースを選択できます。ロータリ・スイッチを回すことにより、画面上での波形の垂直位置を変更できます。このメニューでは、収集ウィンドウをトリガ・ポイントおよびトリガ時間基準ポイントを基準として設定することもできます。さらに、ズーム・ウィンドウを水平方向に移動することにより、仮想波形に対するパンやズームを実行できます。

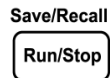
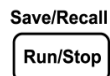
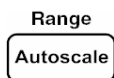
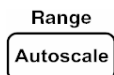
4　Meter　マルチメータ・モードに切り替えるためのメイン・ファンクション・キー。メータ・モードでは、Voltmeter、Ohmmeter、Auxiliaryの各メータ・サブメニューにアクセスできます。ソフトキーを使って、オートレンジ・モードで動作するさまざまなマルチメータ機能を選択し、アクセスします。

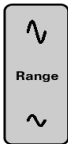
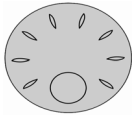
5　Logger　データ・ロギングのためにデータ・ポイントを統合するためのメイン・ファンクション・キー。データ・ロギング機能は、すべてのマルチメータ機能で使用できます。

6　User　Display、Acquire、Math、Utility の各メニューにアクセスするためのメイン・ファンクション・キー。

- **Display**モードでは、表示背景のタイプ、コントラスト、格子線を設定できます。前に収集した波形を消去せずに、捕捉波形の持続表示を実現できます。
- **Acquire**モードでは、信号収集のモードをNormal、Average、Peakのいずれかに設定できます。
- **Math**モードでは、デュアル波形演算機能を使って、波形の乗算や減算を実現できます。U1604BではFFT（高速フーリエ変換）機能が使用できます。

- **Utility**モードでは、測定器のリアルタイム・ディスプレイ、自動電源切断、クイック・ヘルプの言語選択、USB接続、自己校正、セルフテスト動作を設定できます。

7 **Measure** 画面上に表示する既定義の自動測定のリストを選択するためのメイン・ファンクション・キー。

8 **Cursor** X または Y カーソル機能による波形測定を実行するためのメイン・ファンクション・キー。この機能にアクセスするには、Cursor Measure ボタンを押してそのまま押し続けます。

9 **Trigger** さまざまな種類の波形信号を捕捉するためのトリガ・コントロールのタイプを決定するメイン・ファンクション・キー。

10 **Run/Stop** 測定器にトリガのスキャンを開始させるメイン・ファンクション・キー。トリガ・モードがNormalに設定されている場合、トリガが見つかるまで表示は更新されません。トリガ・モードがAutoに設定されている場合、測定器はトリガを探します。トリガが見つからない場合、測定器は自動的にトリガし、信号をただちに表示します。

11 **Save/Recall** 構成セットアップと波形の保存、リコール、消去のためのメイン・ファンクション・キー。測定器の構成セットアップ・ファイルと波形を保存またはリコールするには、USBフラッシュ・メモリを接続します。USBフラッシュ・メモリを取り外す際には、特別な手続きなしに単にコネクタから抜いてかまいません。

12 **Autoscale** Autoscale キーを押すと、両方のチャネルがアクティブになり、最善の表示が得られるように入力信号がスケーリングされます。

13 **Range** オートレンジ・メータ・モードでAutoscaleキーを押すと、任意のレンジを選択できます。

14 Horizontal Scale　このボタンを使用すると、画面の1水平目盛りあたりの時間（時間/div）を変更できます。ボタンの右側（ns）を押すと時間/divが小さくなり、ボタンの左側（s）を押すと時間/divが大きくなります。

15 Vertical Scale　このボタンを使用すると、チャネルの1垂直目盛りあたりの電圧垂直感度（利得）（V/div）を増減できます。上のボタン（mV）を押すと感度が下がり、下のボタン（V）を押すと感度が上がります。各チャネルに対して2つずつの調整ボタンがあります。

16 ロータリ・スイッチ　このロータリ・スイッチはオシロスコープ・モードだけで使用でき、次の機能の調整に用いられます。

- チャネルの基準グランド位置
- 遅延トリガ時間基準
- エッジ・トリガ・レベル
- パルス・トリガ・レベル／条件
- パターン・トリガ・レベル／条件
- ビデオ・トリガ・ライン
- 自動測定パラメータ選択
- ズーム・ウィンドウ
- カーソル移動
- LCDディスプレイのコントラスト
- Acquisitionモードでの平均数選択
- 日付と時刻の設定

17 クイック・ヘルプは測定器に組み込まれた機能です。これにより、フロント・パネルの各キーとソフトキーのヘルプを表示できます。各機能のクイック・ヘルプを表示するには、ボタンを押します。次のページを表示するには、ロータリ・スイッチを時計回りに回します。

オシロスコープ表示の概要

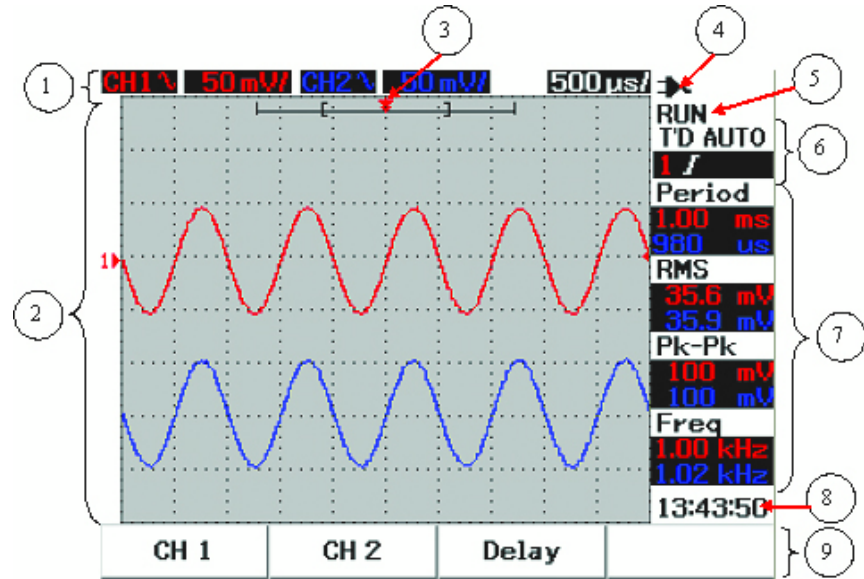



図2-2　オシロスコープ表示の解釈

1　ステータス表示行　画面のいちばん上の行には、チャネル1とチャネル2のセットアップ情報、すなわち垂直感度（V/div）と掃引速度（時間/div）が表示されます。

2　波形表示領域　この表示領域には、波形収集、2色のチャネル識別子、トリガ・レベル、グランド基準インジケータが表示されます。

3　時間基準およびトリガ・ポイント　この位置ポイントは、波形ウィンドウの時間基準のインジケータとトリガ・ポイントとして用いられます。

4　電源インジケータ　このインジケータは、満充電から空　までの電池の状態と、電池充電のためのAC接続状態を示します。

5 収集ステータス　このRun/Stopモードは、波形収集の実行／静止状態を示します。

6 トリガ・ステータス　この2つの行には、トリガのステータス、タイプ、モードが表示されます。信号が検出されない場合、トリガ・ステータス（TD）は点滅します。

7 測定行　この列には、選択された自動測定の結果が表示されます。

8 リアルタイム表示　User -> Utilityモードで、日付と時刻を設定できます。

9 メニュー表示領域　LCDディスプレイの下のソフトキーを使って､各モードとメニューのパラメータを選択し、設定できます。

マルチメータ表示の概要

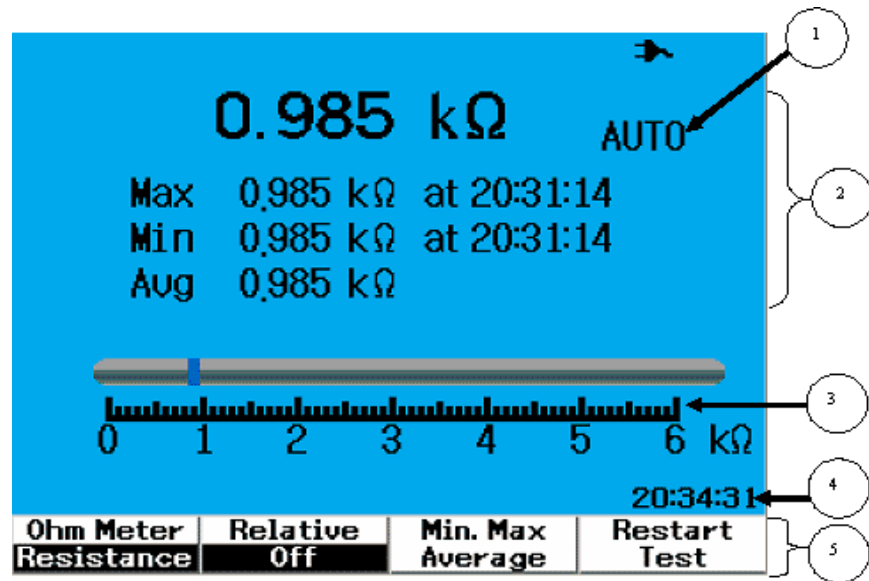



図2-3　メータ表示の解釈

1　Auto-Range　この真のRMSオートレンジは、本器のすべてのマルチメータ機能に適用されます。測定値に基づいて、適切なレンジが自動的に選択されます。この機能をオフにして、ユーザが任意のレンジを選択することもできます。手動レンジ・オプションは、電圧計および抵抗計モードだけで使用できます。

2　メータ表示領域　この表示領域には、リアルタイム最大値、最小値、平均値測定の結果と、対応する時刻が表示されます。

3　アナログ・バー・グラフ　このバー・グラフは、選択されたレンジの精密なリアルタイム測定値を表示します。

4　リアルタイム表示　User -> Utilityモードで、日付と時刻を設定できます。

5　メニュー表示領域　LCDディスプレイの下のソフトキーを使って､各モードとメニューのパラメータを選択し、設定できます。

3
オシロスコープ機能の使用

垂直コントロール 26
水平コントロール 36
トリガ・コントロール 43
波形コントロール 52
表示コントロール 55
自動測定 58
カーソル測定コントロール 66
演算機能コントロール 73
セーブ／リコール・コントロール 78
オートスケールおよびRun/Stopコントロール 89
ユーティリティ・コントロール 91
電池消耗モード 93

このセクションでは、測定器の垂直システム・コントロールのセットアップ手順を説明します。測定を開始する前に、この章全体を読み基本的なセットアップ操作を理解しておくことをお勧めします。

注　記

- すべての機能メニューでのオプション選択には、対応するソフトキーを押して、チェック（√）が表示されているオプションを選択し、設定します。
- ロータリ・スイッチを使った調整が必要なメニューには、 ◆ が表示されます。

垂直コントロール

各チャネルのオシロスコープ・メニューには、チャネルの垂直コントロール設定があります。このセクションでは、各チャネルの垂直チャネル・コントロールについて説明します。

波形表示のチャネル選択

測定器のデフォルト構成設定では、垂直チャネル1の波形表示が可能です。1つのチャネルをオンにすることも、2つのチャネルを同時にオンにすることもできます。波形表示をオン／オフする手順を以下に示します。

1 フロント・パネルの Scope ボタンを押して、Scopeメニューにアクセスします。図3-1のようなオシロスコープ・メニューが表示されます。ここでは両方のチャネルがオフになっています。

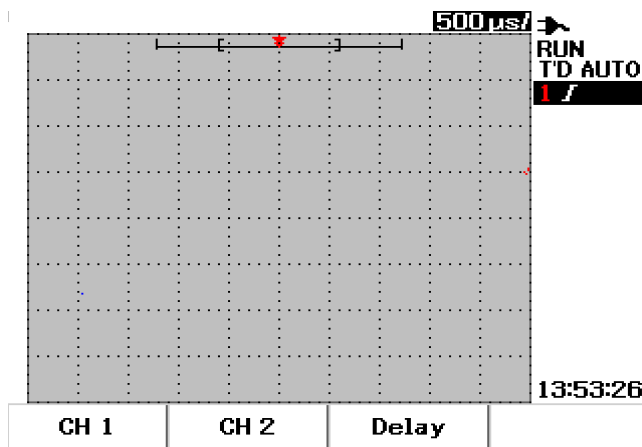



図3-1　両方のチャネルの表示がオフになっているScopeメニュー表示

2　F1ソフトキーを押してチャネル1（CH 1）サブメニューにアクセスするか、F2を押してチャネル2（CH 2）サブメニューにアクセスします。

3　2 つのチャネルのサブメニューは似通っています。図 3-2 にチャネル 1 の一般サブメニューを示します。チャネル1の波形表示をオンにするには、F1を押してプルアップ・メニューを表示します。

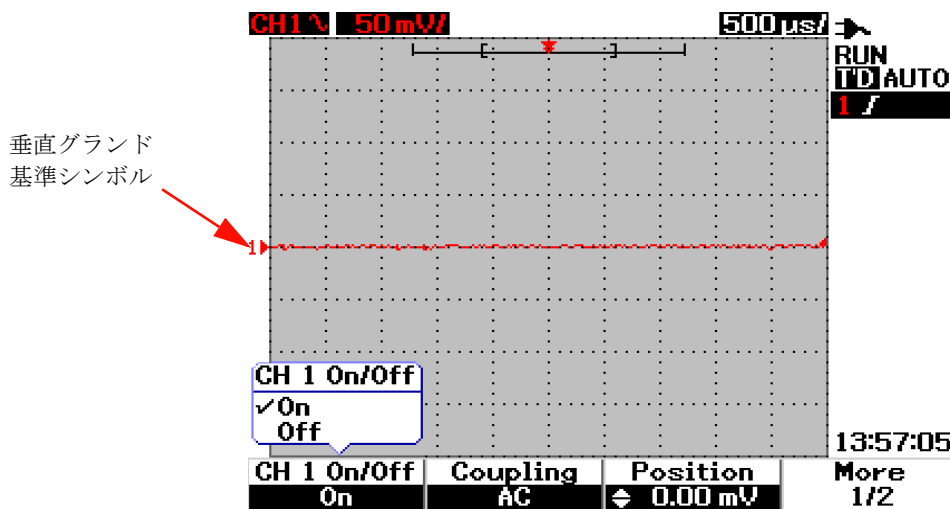



図3-2　OnまたはOffを選択して、波形表示をオン／オフします。

4　波形入力を表示するには、F1を押してプルアップ・メニューの“On”を選択します。

5　“On”状態では、垂直感度V/div（V/で表示）と垂直グランド基準位置の表示が、チャネルの位置設定に基づいて表示されます（詳細については次のセクションを参照）。

6　同じ手順をチャネル2または両方のチャネルに対して実行できます。

垂直システム・セットアップ

垂直基準グランド位置を変更するには

波形を垂直方向に調整するには、F3ソフトキーを押します。次の図3-3は、垂直位置調整設定を示します。

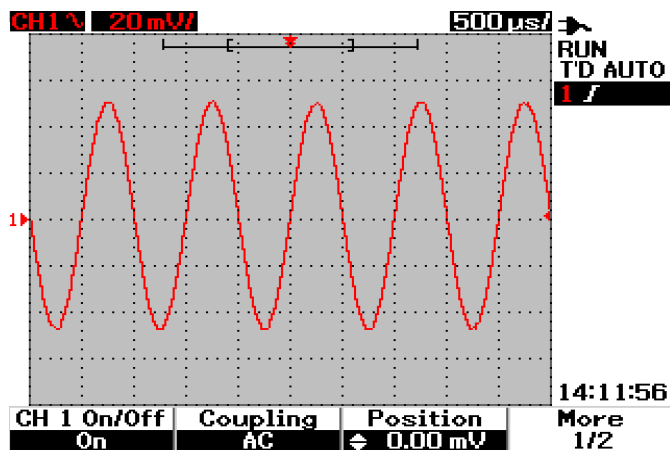



図3-3　表示波形の垂直位置の調整

1　F3ソフトキーを押して、波形位置の設定を有効にします。ロータリ・スイッチを時計回りに回すと波形が上に移動し、反対に回すと下に移動します。

2　ロータリ・スイッチ を回すと、対応する電圧値が図3-3のようにPosition見出しの下に表示されます。この電圧値は、グランド基準が画面中央からどれだけ離れているかを示します。

3　波形とグランド基準シンボルは、ロータリ・スイッチの位置に応じて垂直に移動します。

注　記　正の基準オフセットの最大値は250 mV、負の基準オフセットの最小値は–250 mVです。

波形を画面の中央に表示するには

波形を画面の中央にすばやく戻すことができます。F4ソフトキーを押してサブメニューの次のページに移ります。チャネル・サブメニューのページ2/2で、F3を押して垂直グランド基準位置を画面中央にリセットします。

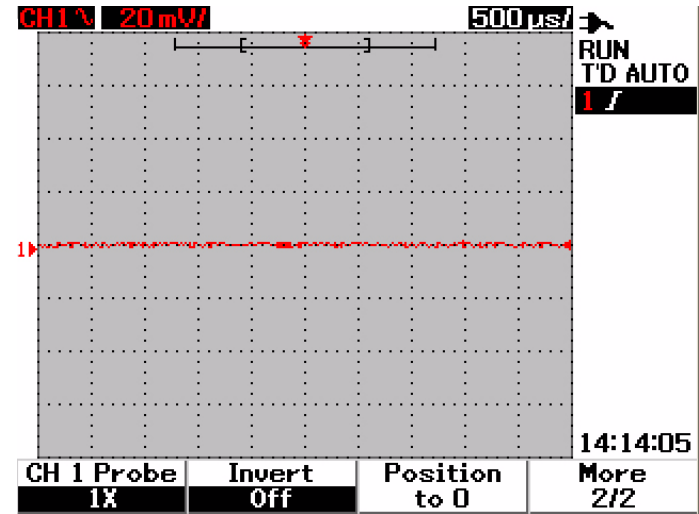



図3-4　垂直グランド基準シンボルを0 Vにリセット

注　記　**Position to 0**は、ロータリ・スイッチでグランド・オフセットを変更した後で、波形オフセットを元の状態に戻すのに便利な機能です。

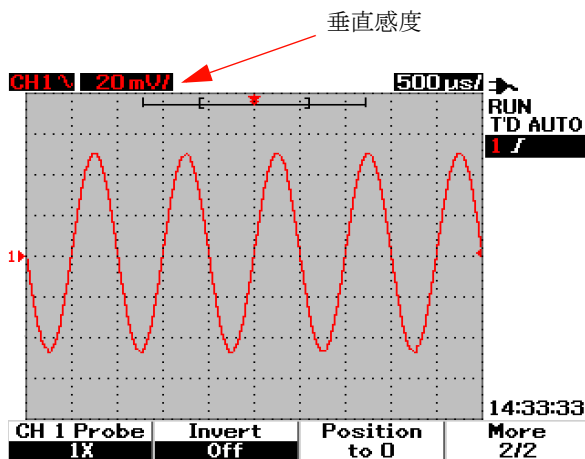
垂直感度を変更するには

ボタンを押すと、波形の垂直感度（V/div）を変更できます。垂直スケーリング係数は、プローブ減衰に応じて、V/divスケールを1-2-5のステップ・シーケンスで変更します。

- 5 mV/div～100 V/div（1:1オシロスコープ・プローブの場合）
- 50 mV/div～1 kV/div（10:1オシロスコープ・プローブの場合）
- 500 mV/div～10 kV/div（100:1オシロスコープ・プローブの場合）

各チャネルの垂直感度を変更するには、垂直スケーリング係数ボタンを使って感度を増減します。上のボタン（mVインジケータ付き）を押すと垂直感度が上がり、下のボタン（Vインジケータ付き）を押すと垂直感度が下がります。チャネルのV/div値は、図3-5のようにステータス表示行に表示されます（「オシロスコープ表示の概要　22」を参照）。

図3-5　垂直感度表示

注　記

チャネル1またはチャネル2のボタンを押すと、それぞれのチャネルの設定メニューが表示されます。

チャネル結合コントロール

チャネル結合コントロールを使って、波形のDCオフセット電圧を除去できます。入力チャネルの結合を、AC（交流）、DC（直流）、Gnd（グランド）の中から選択できます。

入力チャネル結合を選択するには、次の手順を実行します。

1 Scope ボタンを押してチャネル1またはチャネル2のメニューを表示します。

2 各チャネルのサブメニューのページ1/2で、F2ソフトキーを押すことにより、チャネル結合を表示して設定できます。プルアップ・メニューが表示され、AC、DC、GNDを選択できます。

ACチャネル結合

AC結合は、大きいDCオフセットを持つ波形の表示に便利です。AC結合を選択すると、DC成分が測定器に入る前に除去されます。これにより、入力信号のAC成分だけを観察できます。ステータス表示行の左上に∿シンボルが表示されます。ACチャネル結合については図3-6を参照してください。

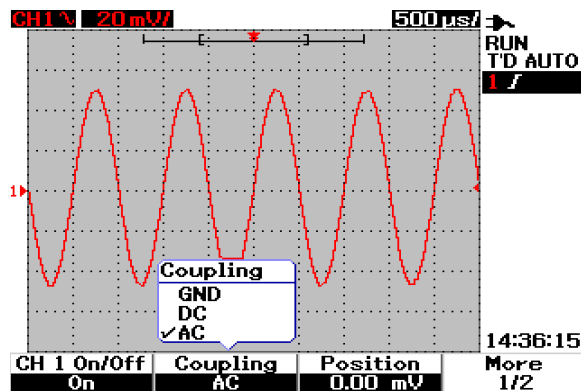



図3-6　ACチャネル結合

DCチャネル結合

DC結合モードでは、測定器の入力波形にAC成分とDC成分の両方が存在します。DC結合は、大きいDCオフセットを持たない0 Hzまでの波形の表示に便利です。ステータス表示行の左上に⎓シンボルが表示されます。DCチャネル結合については図3-7を参照してください。

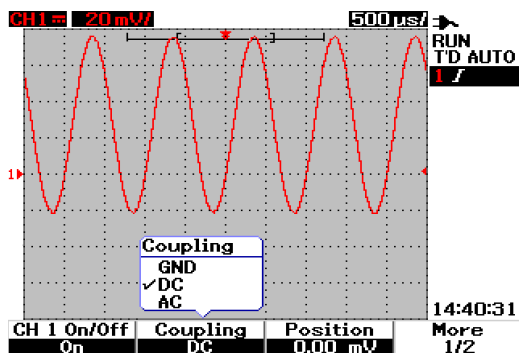



図3-7　DCチャネル結合

グランド・チャネル結合

GND結合モードでは、波形はオシロスコープ入力から切り離されます。ステータス表示行の左上に⏚シンボルが表示されます。Gndチャネル結合については図3-8を参照してください。

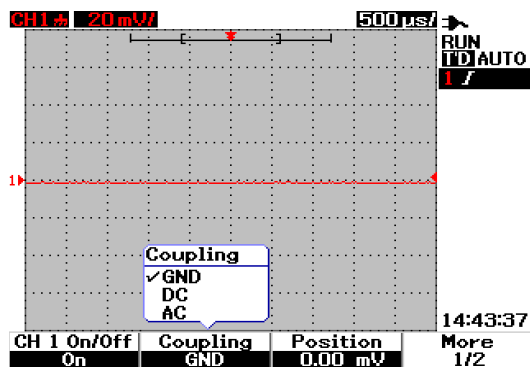



図3-8　Gndチャネル結合

プローブ減衰コントロール

プローブ減衰コントロールは、測定器に接続されたプローブ減衰の機能によって異なります。プローブ減衰は、プローブの減衰率を変更します。測定結果が実際の電圧レベルを反映するためには、実際に使用するプローブに合わせてプローブ減衰率を設定する必要があります。

プローブ減衰には次の3つのスケール・タイプが使用できます。

- 1X : 1:1のプローブを使用するか、信号を入力端子に直接供給する場合に選択します。
- 10X : 10:1のプローブを使用する場合に選択します。
- 100X: 100:1のプローブを使用する場合に選択します。

プローブ減衰は次のように設定します。

1 Scope ボタンを押してチャネル1またはチャネル2のメニューを表示します。
2 各チャネルのサブメニューのページ2/2で、F1ソフトキーを押すことにより、チャネルのプローブ減衰を表示して設定できます。プルアップ・メニューが表示され、1X、10X、100Xを選択できます。
3 プローブ減衰スケールは、使用するプローブに合わせて設定してください。

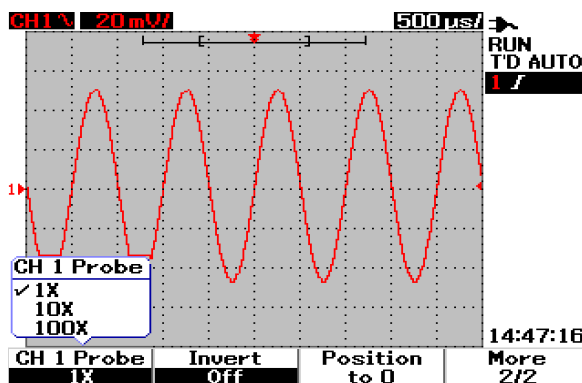



図3-9　プローブ減衰スケール設定

反転コントロール

反転コントロールは、表示波形をグランド・レベルを基準に反転します。図3-10のように波形の電圧レベルが反転されます。垂直トリガ位置は反転後も変化しないので、トリガされた反転信号を表示するにはトリガ位置の再設定が必要となります。

チャネル1の波形を反転するには、以下の手順を実行します。

1 Scope ボタンを押してチャネル1またはチャネル2のメニューを表示します。

2 各チャネルのサブメニューのページ2/2で、F2ソフトキーを押すことにより、反転コントロールをオン／オフできます。詳細な説明については以下の3つの図を参照してください。

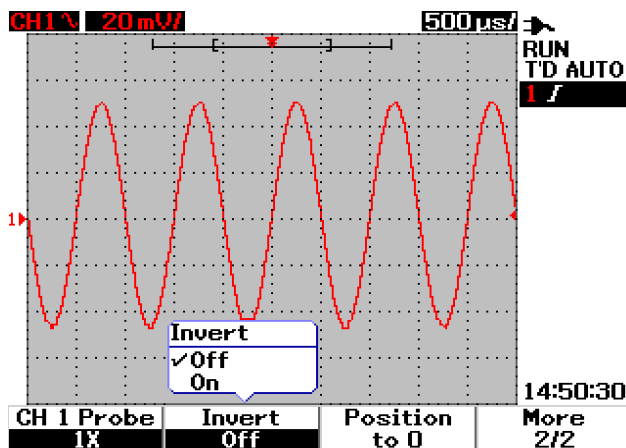



図3-10 反転前の波形

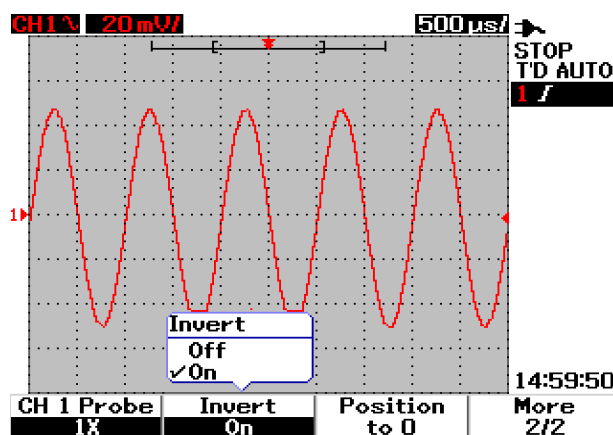



図3-11　反転後の波形

注　記

反転機能はトリガには影響しません。測定器が立ち上がりエッジでトリガするように設定されている場合、チャネルを反転した後も、波形の同じエッジの同じ点でトリガするように設定されたままです。

水平コントロール

すべての波形は同じタイムベースを共有します。ステータス表示行の右上には、2つのチャネルに共通の1つの時間/div値が表示されます。水平コントロールは、波形の水平スケールおよび位置を変更します。画面の水平方向の中心が波形の時間基準です。水平スケールを変更すると、波形が時間基準点を中心に拡大縮小されます。水平コントロールは、トリガ・ポイントの位置を画面の中央を基準として変更します。

垂直システム・セットアップ

水平スケーリング係数を変更するには

水平スケールは、演算波形を含む両方のチャネルに適用されます。

水平スケーリング係数を変更するには、∿ Time ∿ ボタンを使ってタイムベース設定を増減します。ボタンの左側（sインジケータ付き）を押すと時間スケーリング係数が大きくなり、ボタンの右側（nsインジケータ付き）を押すと時間スケーリング係数が小さくなります。時間/divは、図3-12のようにステータス表示行に表示されます（「オシロスコープ表示の概要　22」を参照）。

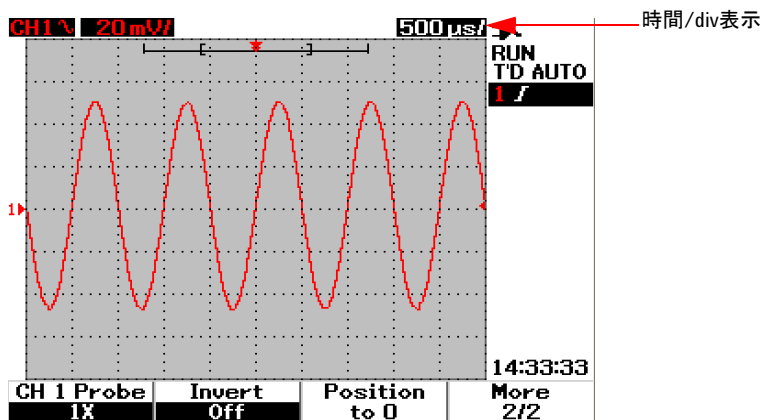



図3-12　ステータス表示行の時間/div表示

注　記　水平スケーリング係数は、掃引速度を1-2-5のステップ・シーケンスで変更します。

波形の遅延を設定するには

時間基準位置は、遅延が0に設定された状態での収集メモリ内でのトリガ・イベントの初期位置を設定します。遅延設定は、時間基準位置を基準としたトリガ・イベントの位置を設定します。ロータリ・スイッチを回して、トリガ・ポイント・インジケータ↓を時間基準位置▼から左右に移動します。遅延時間を0に設定すると、遅延時間インジケータと時間基準インジケータが重なり合います。

波形の遅延を設定するには、次の手順を実行します。

1 Scope ボタンを押してScopeメニューに入ります。
2 Scopeメニューで、F3を押してDelayサブメニューにアクセスします。
3 ページ1/2で、F1ソフトキーを押して波形のタイムベース調整を有効にします。ロータリ・スイッチを時計回りに回すと波形が正の方向（トリガ・ポイントの右側）に移動し、反時計回りに回すと負の方向（トリガ・ポイントの左側）に移動します。
4 ロータリ・スイッチを回すと、対応する時間値がTimeという見出しの列の下に表示されます。

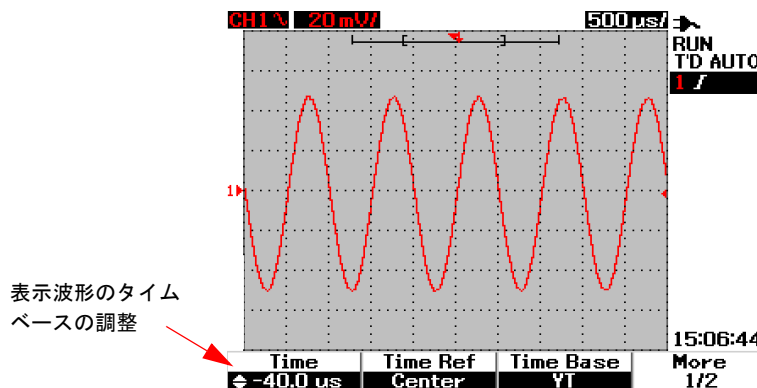



図3-13　波形のタイムベースの変更

注 記

掃引速度は、波形表示領域の右端の ▶▶ インジケータによって1目盛りのステップ・シーケンスで設定されます（「オシロスコープ表示の概要 22」を参照）。

ロータリ・スイッチを1回押して、バーニア・スケールをオンにします。▶▶ インジケータが消え、掃引速度をより小さい単位で変更できます。

トリガ・ポイント・インジケータを変更するには

時間基準 ▼ は、遅延時間に対する画面上の基準点です。トリガ・ポイント・インジケータを時間基準から移動するには、次の手順を実行します。

1 Scope ボタンを押してScopeメニューに入ります。

2 Scopeメニューで、F3を押してDelayサブメニューにアクセスします。

3 ページ1/2で、F2ソフトキーを押して次の選択肢を持つプルアップ・メニューを表示します。

- Left（水平フル・スケールの10%）
- Center（水平フル・スケールの50%）
- Right（水平フル・スケールの90%）

トリガ・ポイントの左側に表示されるすべてのイベントは、トリガより前に発生するため、プリトリガ情報と呼ばれます。トリガ・ポイントの右側にあるすべてのイベントは、トリガ・ポイントの後に測定されたもので、ポストトリガ情報と呼ばれます。使用可能な遅延の範囲（プリトリガおよびポストトリガ情報）は、選択された掃引速度とメモリ長によって変わります。

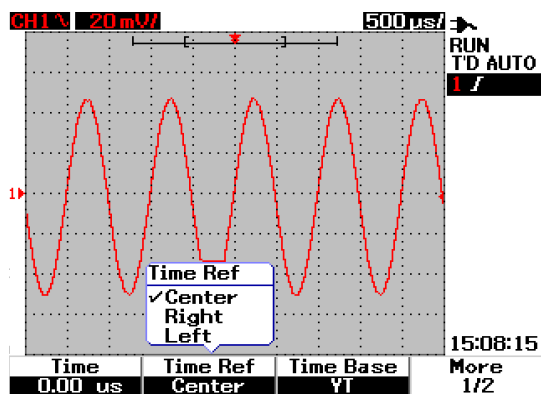



図3-14　時間基準の選択

水平モード機能

タイム・ベース・モード

本器には、次の2種類のタイムベース・フォーマットがあります。

- YT
- XY

YTフォーマットは本器のデフォルトであり、通常の電圧対時間表示です。このフォーマットでは、振幅が垂直Y軸、時間が水平X軸にプロットされます。

XYフォーマットは、表示を電圧対時間から電圧対電圧に切り替えます。チャネル1の振幅が水平X軸、チャネル2の振幅が垂直Y軸にプロットされます。タイムベースはオフになります。XYモード波形に対してはカーソルを使って測定を実行できます。

このXYモードは、2つの波形の電圧レベルをポイントごとに比較し、2つの波形の周波数および位相関係を観察するために便利です。XYモードを有効にするには、次の手順を実行します。

1 Scope ボタンを押してScopeメニューに入ります。
2 Scopeメニューで、F3を押してDelayサブメニューにアクセスします。
3 ページ1/2で、F3ソフトキーを押してYTおよびXYタイムベースを選択するプルアップ・メニューを表示します。
4 YTフォーマットを選択すると電圧対時間表示、XYフォーマットを選択すると電圧対電圧表示が得られます。

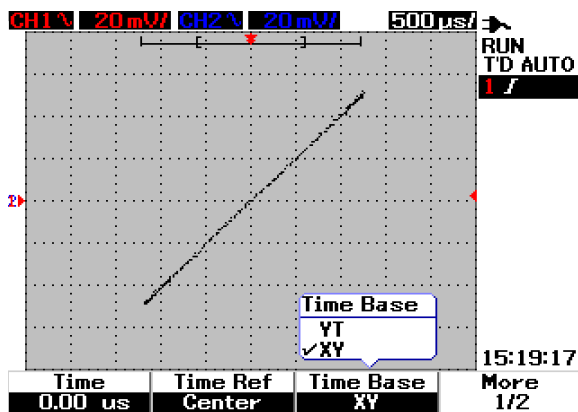



図3-15　XYフォーマット表示

メイン/ズーム・モード

メイン・モードは、測定器の通常の表示モードです。メイン機能を使って、表示を拡大前の状態に戻すことができます。これにより、水平スケーリング係数が元のレベルに戻ります。

ズーム機能は、メイン波形ウィンドウの表示を拡大し、波形のより詳細な解析を可能にします。このズーム機能を有効にするには、目標の波形領域を拡大する前にズーム・ウィンドウを設定する必要があります。以下の説明を参照してください。

1. Scope ボタンを押してScopeメニューに入ります。
2. Scopeメニューで、F3を押してDelayサブメニューにアクセスします。
3. ページ2/2で、F2ソフトキーを押してWindowをオンにします。このWindowは、波形に対してズーム・ウィンドウを選択するために用いられます。Window機能をオフにすると、ズーム領域選択バーが画面から消去されます。
4. ロータリ・スイッチを時計回りに回すと、ウィンドウの中央からズーム領域が拡大されます。F1を押して、目標のズーム領域内の波形を拡大します。波形ズーム機能については下の図を参照してください。

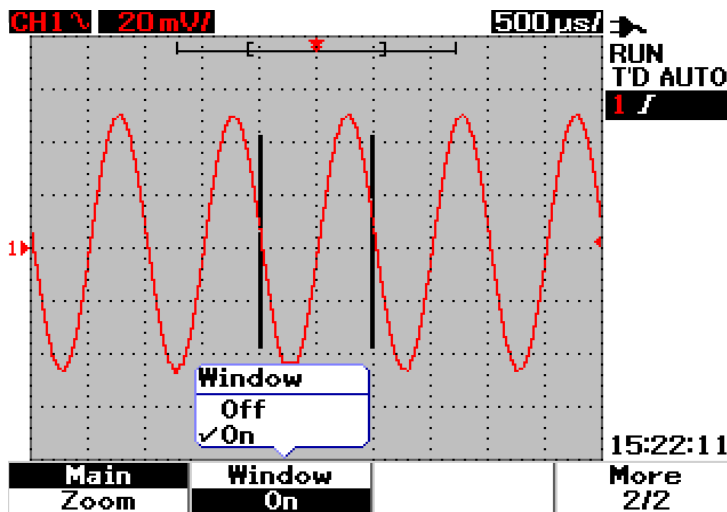



図3-16　Window機能をオンにすると、ズーム領域選択バーが画面中央に表示されます。回転スイッチを時計回りに回すと、ズーム領域が拡大されます。

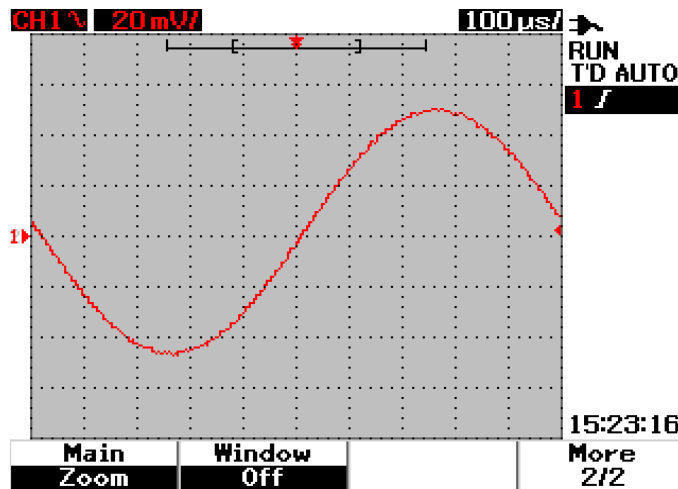



図3-17 F1を押してズーム機能をオンにします

注 記

- ズーム機能はRunモードのみ使用できます。Stopモードでは使用できません。
- ズーム・モードでメイン機能を選択すると、画面は拡大前の表示に戻ります。

ロール・モード

ロール・モード用のオプションは、50 ms/divまたはそれより低速のタイム・ベース設定で動作します。このロール・モードでは、波形が画面の右から左へゆっくりと移動します。ロール・モードが選択されている場合は、トリガ機能が働かず、オシロスコープはオート・トリガ・モードでデータを連続収集します。ロール・モードを使うと、低周波波形を扱う場合に、ストリップ・チャート・レコーダのように画面上を波形が流れていく表示を実現できます。

50 ms/divまたはそれより低速のタイム・ベース設定でトリガ機能をオンにするには、User > Acquire > Roll,Trig に行き、ロール・モードではなくトリガ・モードになるようにトリガ・オプションを選択します。これで、低速のタイム・ベース設定でトリガが可能になります。

注 記

スクロール機能とスパンニング機能は、50 ms/div以下と125 ns/div以上のタイムベース設定では使用できません。

トリガ・コントロール

トリガ機能は、Scope測定機能だけに適用されます。トリガは、オシロスコープがデータの収集と波形の表示を開始するタイミングを決定します。トリガ・コントロールを使ってトリガ条件を定義することにより、被試験回路の動作に表示を同期させることができます。この信号トリガ機能は、不安定な信号から安定した代表的な信号表示を得るためのものです。

トリガ・モード

トリガ・モードは、測定器がトリガを探す方法に影響します。トリガ・イベントは、収集メモリをプリトリガ・バッファとポストトリガ・バッファに分割します。収集メモリ中でのトリガ・イベントの位置は、時間基準点と遅延設定で定義されます。

トリガ・モードを選択するには、以下の手順を実行します。

1 デフォルトのトリガ・モードはAutoトリガです。フロント・パネルの Trigger ボタンを押してそのまま押し続けると、Normalトリガ・モードを選択できます。
2 Trigger ボタンをもう一度押してそのまま押し続けると、Singleトリガ・モードを選択できます。
3 Trigger ボタンを押してそのまま押し続けるとAutoトリガ・モードに戻ります。

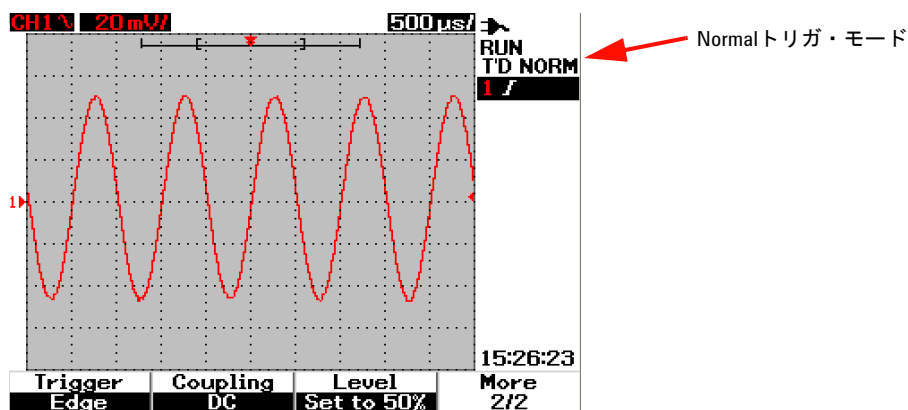



図3-18　Normalトリガ・モード

Autoトリガ・モード

Autoトリガ・モードでは、トリガ条件が満たされたときに波形が表示されます。トリガ条件が満たされない場合、測定器は強制的にトリガされます。

Autoトリガ・モードでは、測定器はまずプリトリガ・バッファいっぱいにデータを書き込みます。トリガを探している間、古いデータを上書きしながらバッファへの書き込みが続けられ、プリトリガ・バッファが更新されます。トリガが見つかったとき、プリトリガ・バッファにはトリガの直前に発生したイベントが記録されています。トリガが見つからない場合、測定器は自分でトリガを発生し、トリガが見つかったかのようにデータを表示します。トリガ・モードとステータスのインジケータは、画面の右側のトリガ・ステータス表示行に示されます（「オシロスコープ表示の概要　22」を参照）。

Normalトリガ・モード

Normalモードでは、トリガ条件が満たされたときに波形が表示されます。満たされない場合、測定器はトリガせず、表示は更新されません。測定器がNormalトリガ・モードのときにRUNを押すと、トリガが検出されない限り収集は終了しません。

Normalトリガ・モードでは、測定器はプリトリガ・バッファいっぱいにデータを書き込んでから、トリガ・イベントの探索を開始します。トリガの探索中は、測定器はプリトリガ・バッファを更新します。トリガが見つかると、オシロスコープはポストトリガ・バッファいっぱいにデータを書き込み、収集メモリの内容を表示します。

信号のレベルや動作を調べるために、トリガによる表示が必要ない場合も多くあります。このような用途には、Autoトリガ・モード（デフォルト設定）を使用します。Normalトリガ・モードは、トリガ設定で指定される特定のイベントを収集したい場合だけに使用します。

Singleトリガ・モード

Singleトリガ・モードを選択すると、測定器はプリトリガ・バッファ・メモリいっぱいにデータを書き込みます。Autoトリガによって探索が終了され、トリガが強制的に発生するまで、古いデータを上書きしながらプリトリガ・バッファへのデータの書き込みが続けられます。トレースが終了すると、測定器は停止し、結果を表示します。

トリガ・タイプ

すべてのトリガ・タイプで、任意の入力チャネルをソースとして使用できます。本器には、エッジ、パルス、パターン、ビデオの4つのトリガ・タイプがあります。トリガ・コントロールを有効にするには、以下の手順を実行します。

1 フロント・パネルの Trigger ボタンを押して、Triggerタイプ・メニューにアクセスします。
2 トリガ・タイプを選択するには、F1（Trigger）ソフトキーを押し、次のトリガ・タイプを選択できるプルアップ・メニューを表示します。

- Edge Trigger
- Pulse Trigger
- Pattern Trigger
- Video Trigger

Edge Trigger

エッジ・トリガ・タイプは、波形の特定のエッジ（スロープ）と電圧レベルを探すことによりトリガを識別します。エッジ・トリガはアナログおよびデジタル回路に対して使用できます。このメニューでは、トリガ・ソース、結合、レベル、スロープを定義できます。スロープは、波形の立ち上がりエッジと立ち下がりエッジのどちらで信号をトリガするかを制御します。レベル・コントロールは、トリガが発生する波形の電圧ポイントを決定するもので、立ち上がりまたは立ち下がりエッジに設定できます。トリガのタイプ、ソース、レベルは、画面上のソフトキー・メニューに表示されます。

エッジ・トリガを設定するには、以下の手順を実行します。

1 フロント・パネルの Trigger ボタンを押して、Triggerタイプ・メニューにアクセスします。
2 F1を押して、プルアップ・リストからエッジ・トリガ・タイプを選択します。
3 この選択の後、エッジ・トリガのサブメニューが同時に表示されます。
4 エッジ・トリガのサブメニューには次の項目があります。

   - **Source**

     ページ1/2でF2を押すと、トリガのチャネル・ソースを選択できます。選択したチャネルは、画面右側のトリガ・ステータス表示行に表示されます。

- **Slope**

  ページ1/2でF3を押すと、立ち上がりエッジ または立ち下がりエッジ を選択できます。選択したスロープは、画面右側のトリガ・ステータス表示行に表示されます。

- **Coupling**

  ページ2/2でF2を押すと、トリガの結合を選択できます。

  - **DC**結合では、DC信号とAC信号の両方がトリガ経路を通過します。
  - **AC**結合では、AC信号がトリガ経路を通過し、DCオフセット電圧はトリガ波形から除去されます。結合のカットオフ周波数は1 Hz未満です。AC結合は、波形に大きいDCオフセットがある場合に、安定したエッジ・トリガを得るために有効です。
  - **HF Rejection**結合は、50 kHzのローパス・フィルタをトリガ経路に入れて、トリガ波形から高周波成分を除去します。HF-Rejは、トリガ経路から高周波雑音を除去して、低周波信号を観察するために有効です。
  - **LF Rejection**結合は、30 kHzのハイパス・フィルタをトリガ波形と直列に入れて、不要な低周波成分をトリガ波形から除去します。LF-Rejは、波形に低周波雑音がある場合に、安定したエッジ・トリガを得るために有効です。
  - **Noise Rejection**結合は、DC結合リミットの3倍です。Noise-Rejは、トリガ回路にヒステリシスを追加しています。

- **Level**

  ページ2/2でF3を押すと、トリガ・レベル調整のタイプを選択できます。

  - **Manual**トリガ・レベルでは、ロータリ・スイッチを回してトリガ・レベルを変更できます。トリガ・レベルの値は、Level列の下に表示されます。
  - **TTL** トリガ・レベルでは、TTL 信号のハイ／ロー条件を自動的に検出するトリガ・レベルが設定されます。

- **ECL** トリガ・レベルでは、ETL 信号のハイ／ロー条件を自動的に検出するトリガ・レベルが設定されます。
- **Set to 50%** では、現在表示されている波形のハイ／ロー値の中央にトリガ・レベルが設定されます。この設定は、トリガ・レベルが画面に納まらないときに便利です。

Pulse Trigger

パルス・トリガは、指定された幅の正または負のパルスでトリガするように測定器を設定します。パルス・トリガは、パルス定義に一致するパルスが波形に見つかったときに発生します。パルス幅は、サブメニューにあるCondition機能を使って設定できます。

パルス・トリガを設定するには、以下の手順を実行します。

1 フロント・パネルの [Trigger] ボタンを押して、Triggerタイプ・メニューにアクセスします。
2 F1を押して、プルアップ・リストからパルス・トリガ・タイプを選択します。
3 この選択の後、パルス・トリガのサブメニューが同時に表示されます。
4 パルス・トリガのサブメニューには次の項目があります。
   - **Source**

     ページ1/2でF2を押すと、トリガのチャネル・ソースを選択できます。選択したチャネルは、画面右側のトリガ・ステータス表示行に表示されます。

   - **Level**

     ページ1/2でF3を押すと、トリガ・レベル調整のタイプを選択できます。

     - **Manual** トリガ・レベルでは、ロータリ・スイッチを回してトリガ・レベルを変更できます。トリガ・レベルの値は、Level列の下に表示されます。
     - **TTL** トリガ・レベルでは、TTL 信号のハイ／ロー条件を自動的に検出するトリガ・レベルが設定されます。
     - **ECL** トリガ・レベルでは、ETL 信号のハイ／ロー条件を自動的に検出するトリガ・レベルが設定されます。

- **Set to 50%**では、現在表示されている波形のハイ／ロー値の中央にトリガ・レベルが設定されます。この設定は、トリガ・レベルが画面に納まらないときに便利です。

- **Polarity**

  ページ2/2でF2を押すと、捕捉したいパルス幅の極性を正 または負 から選択できます。選択されたパルス極性はトリガ・ステータス表示行に表示されます。

  正のパルスは、修飾条件が真のときに、パルスのハイからローへの遷移でトリガします。負のパルスは、修飾条件が真のときに、パルスのローからハイへの遷移でトリガします。

- **Condition**

  ページ2/2でF3を押すと、パルス幅と修飾条件を設定できます。パルス幅を設定するには、ロータリ・スイッチを回します。選択できる条件は次の4つです。

  - “less than”（<）修飾子は、時間値より短いパルス幅でトリガするように測定器を設定します。
  - “greater than”（>）修飾子は、時間値より長いパルス幅でトリガするように測定器を設定します。
  - “equal”（=）は、時間値に等しいパルスでトリガするように測定器を設定します。
  - “not equal”（≠）は、時間値に等しくないパルスでトリガするように測定器を設定します。

Pattern Trigger

パターン・トリガは、特定のパターンを探すことにより、トリガ条件を識別します。このパターンは、チャネルの論理ゲート結合です。各チャネルは、ハイ（H）とロー（L）の値を持つことができます。

パルス・トリガを設定するには、以下の手順を実行します。

1 フロント・パネルの Trigger ボタンを押して、Triggerタイプ・メニューにアクセスします。
2 F1を押して、プルアップ・リストからパターン・トリガ・タイプを選択します。
3 この選択の後、パターン・トリガのサブメニューが同時に表示されます。

パターン・トリガのサブメニューには次の項目があります。

- **Input 1**

  ページ1/3でF2を押すと、チャネル1およびチャネル2の入力1条件のハイまたはローを選択できます。

- **Level**

  ページ1/3でF3を押すと、入力1のトリガ・レベル調整のタイプを選択できます。

  - **Manual**トリガ・レベルでは、ロータリ・スイッチを回してトリガ・レベルを変更できます。トリガ・レベルの値は、Level列の下に表示されます。
  - **TTL** トリガ・レベルでは、TTL 信号のハイ／ロー条件を自動的に検出するトリガ・レベルが設定されます。
  - **ECL** トリガ・レベルでは、ETL 信号のハイ／ロー条件を自動的に検出するトリガ・レベルが設定されます。
  - **Set to 50%**では、現在表示されている波形のハイ／ロー値の中央にトリガ・レベルが設定されます。この設定は、トリガ・レベルが画面に納まらないときに便利です。

- **Input 2**

  ページ2/3でF2を押すと、チャネル1およびチャネル2の入力2条件のハイまたはローを選択できます。

- **Level**

  ページ2/3でF3を押すと、入力2のトリガ・レベル調整のタイプを選択できます。

  - **Manual**トリガ・レベルでは、ロータリ・スイッチを回してトリガ・レベルを変更できます。トリガ・レベルの値は、Level列の下に表示されます。

- **TTL** トリガ・レベルでは、TTL 信号のハイ／ロー条件を自動的に検出するトリガ・レベルが設定されます。
- **ECL** トリガ・レベルでは、ETL 信号のハイ／ロー条件を自動的に検出するトリガ・レベルが設定されます。
- **Set to 50%** では、現在表示されている波形のハイ／ロー値の中央にトリガ・レベルが設定されます。この設定は、トリガ・レベルが画面に納まらないときに便利です。

注　記　ハイ条件は、電圧レベルをチャネルのトリガ・レベルより上に設定します。

ロー条件は、電圧レベルをチャネルのトリガ・レベルより下に設定します。

- **Gate**

  ページ3/3でF2を押すと、チャネルの論理ゲート結合を設定できます。

- **Condition**

  ページ3/3でF3を押すと、パルス幅と修飾条件を設定できます。パルス幅を設定するには、ロータリ・スイッチを回します。選択できる条件は次の4つです。

  - “less than”（<）修飾子は、時間値より短いパルス幅でトリガするように測定器を設定します。
  - “greater than”（>）修飾子は、時間値より長いパルス幅でトリガするように測定器を設定します。
  - “equal” (=) は、時間値に等しいパルスでトリガするように測定器を設定します。
  - “not equal”（≠）は、時間値に等しくないパルスでトリガするように測定器を設定します。

Video Trigger

ビデオ・トリガは、NTSC、PAL、SECAM標準ビデオ波形のフィールドまたはラインでトリガするために用いられます。奇数または偶数フィールドでトリガするように測定器を設定できます。

ビデオ・トリガを設定するには、以下の手順を実行します。

1 フロント・パネルの Trigger ボタンを押して、Triggerタイプ・メニューにアクセスします。
2 F1を押して、プルアップ・リストからビデオ・トリガ・タイプを選択します。
3 この選択の後、ビデオ・トリガのサブメニューが同時に表示されます。

ビデオ・トリガのサブメニューには次の項目があります。

- **Standard**

  ページ1/2でF2を押すと、標準ビデオ波形を625/PAL、SECAM、525/NTSCから選択できます。

- **Source**

  ページ1/2でF3を押すと、チャネル1およびチャネル2の波形条件をノーマルまたは反転から選択できます。

- **Even/Odd**

  ページ2/2でF2を押すと、トリガするビデオ信号ラインを奇数フィールドまたは偶数フィールドから選択できます。

- **Line**

  ページ2/2でF3を押すと、選択したフィールドのライン番号を変更できます。ロータリ・スイッチを回して、5～263のカウント番号を選択します。

波形コントロール

U1600Bシリーズ・ハンドヘルド・オシロスコープは、1チャネルで最大200 Mサンプル/s、2チャネル同時動作で最大100 Mサンプル/sのリアルタイム・サンプリング・レートを実現します。繰り返し信号に対する等価サンプリング・レートは最大2.5 Gサンプル/sです。

リアルタイム・サンプリングは、繰り返し信号に対しても単発信号に対しても使用できます。すなわち、波形表示は1回のトリガ・イベントの間に収集されたサンプルから構成され、過去のトリガ・イベントのサンプルはすべて消去されます。

等価サンプリングは、繰り返し信号だけに対して用いられる収集技法です。この方法では、過去のトリガ・イベントのサンプルが保持されます。すなわち、波形は実際には複数のトリガ・イベントから構築されます。

本器には以下の収集モードがあります。

- ノーマル収集モード
- アベレージ収集モード
- ピーク検出収集モード

収集モードを選択するには、次の手順を実行します。

1. フロント・パネルの User ボタンを押して、Userメニューにアクセスします。
2. F2を押してAcquireサブメニューにアクセスします。
3. F1を押して3つの収集モードを選択できるプルアップ・メニューを表示します。

ノーマル収集モード

ノーマル収集モードはほとんどの波形に適しており、通常のデシメーションを使用し、アベレージングは行いません。ほとんどの波形では、このモードにより最適な表示が得られます。

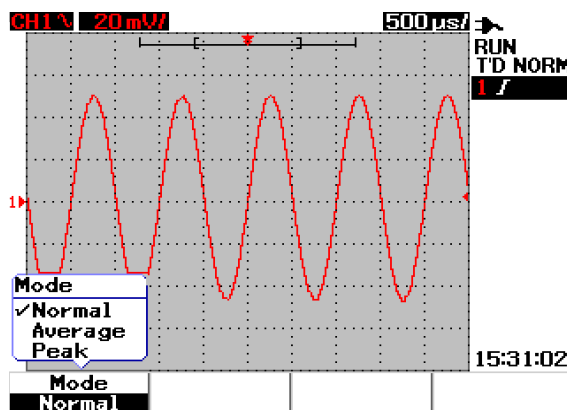



図3-19　ノーマル収集モード

アベレージ収集モード

アベレージ収集モードでは、複数の収集結果を平均することにより、ランダム・ノイズを減らし、垂直軸分解能を上げることができます。アベレージ数を2～256の範囲の2の累乗の値に変更することにより、測定確度を上げることができます。アベレージ数が大きいほど、波形は明確になり、信号変化に対する感度は低下します。アベレージ数を変更するには、ロータリ・スイッチを回して波形収集のアベレージ数を選択します。

注　記　アベレージ数を大きくするほど、変化に対する波形表示の応答が遅くなります。

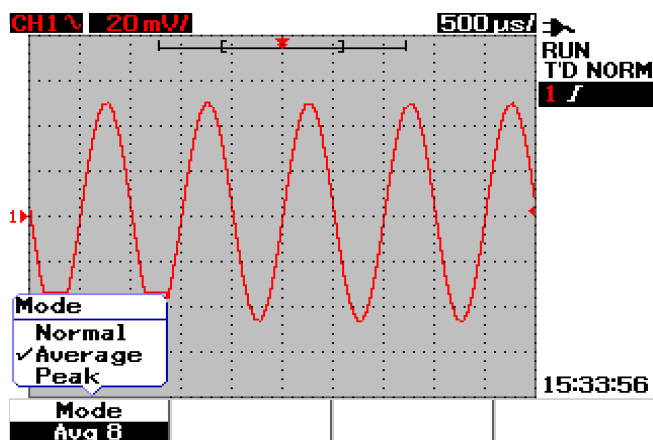



図3-20　アベレージ収集モード

ピーク検出モード

ピーク検出モードは、複数の収集におけるサンプリング信号の最大値と最小値を捕捉します。これは、表示波形のエリアジングを確認するために有効です。

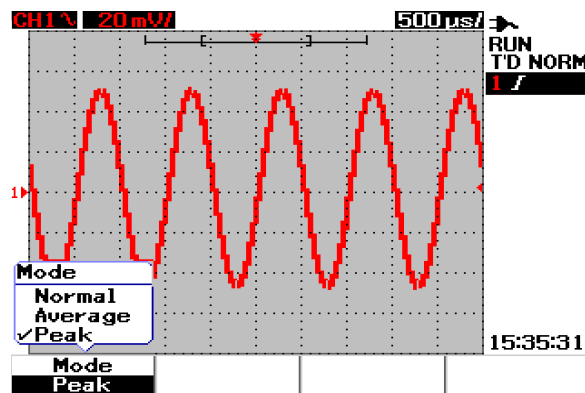



図3-21　ピーク検出モード

表示コントロール

表示タイプ

本器では、ベクトルとドットの2つの表示タイプを選択できます。ベクトル表示タイプでは、ドットが接続され、ドット表示タイプよりも現実的な波形が得られます。特に方形波などの場合に、波形の急峻なエッジを表示できます。ベクトル表示タイプはデフォルトの表示タイプであり、複雑な波形の細部を観察できます。

表示タイプを選択するには、次の手順を実行します。

1 フロント・パネルの User ボタンを押して、Userメニューにアクセスします。
2 F1を押してDisplayサブメニューにアクセスします。
3 Displayサブメニューのページ1/2でF1を押して、プルアップ・メニューから表示タイプを選択します。

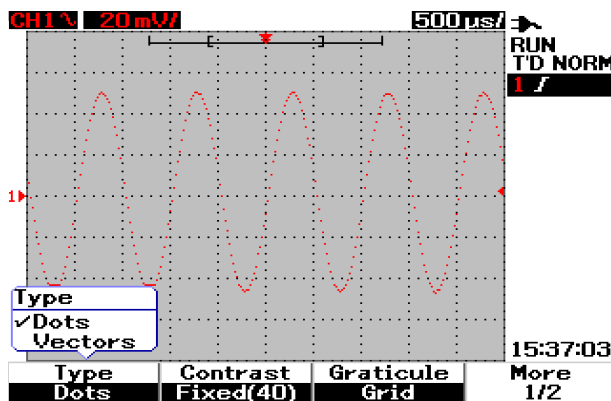



図3-22　ドット表示タイプ

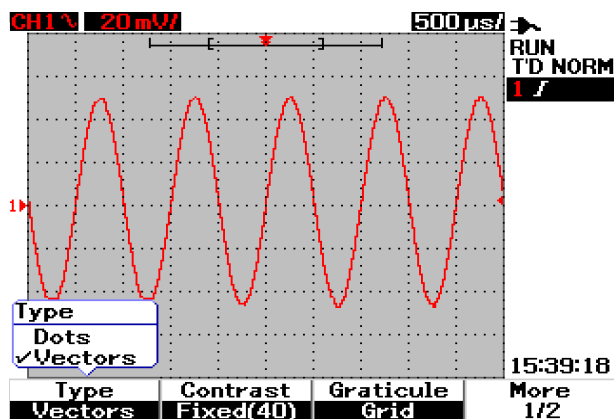



図3-23　ベクトル表示タイプ

ディスプレイのコントラスト

ディスプレイのコントラストを調整して、表示を見やすくすることができます。ディスプレイのコントラストを調整するには、以下の手順を実行します。

1 フロント・パネルの User ボタンを押して、Userメニューにアクセスします。
2 F1を押してDisplayサブメニューにアクセスします。
3 Displayサブメニューのページ1/2でF2を押して、ディスプレイのコントラスト設定を有効にします。
4 ロータリ・スイッチを時計回りに回すとディスプレイが明るくなり、反対に回すと暗くなります。
5 F2をもう一度押してコントラスト値を固定します。

格子線

本器では、4つの格子線表示タイプを選択できます。波形表示のグリッド形状を変更できます。表示の格子線を選択するには、次の手順を実行します。

1 フロント・パネルの User ボタンを押して、Userメニューにアクセスします。
2 F1を押してDisplayサブメニューにアクセスします。
3 Displayサブメニューのページ1/2でF3を押して、次の格子線の1つを選択します。
   - Full : 10×8ライン、グリッドを含む
   - Cross Hair : 十字線 + 明確なライン
   - Grid : 10×8ライン
   - Frames : 外枠のライン

無限持続表示

無限持続表示を使用すると、新しい収集結果で表示が更新される際に、過去の収集結果が消去されずに残ります。新しい収集結果は各チャネルの信号ライン・カラーで表示され、過去の収集結果はそれより薄い色で表示されます。無限持続表示機能は次の目的に使用できます。

- 雑音やジッタの測定
- 変化する波形のワーストケースの観察
- タイミング違反の検出
- 不規則に発生するイベントの捕捉

無限持続表示を設定するには、次の手順を実行します。

1 フロント・パネルの User ボタンを押して、Userメニューにアクセスします。
2 F1を押してDisplayサブメニューにアクセスします。
3 ページ2/2でF1を押して、無限持続表示機能を有効にします。もう一度F1を押すと、無限持続表示がオフになります。
4 ページ2/2でF2を押すと、過去の収集結果が消去され、収集結果の蓄積が新たに始まります。

自動測定

U1600Bシリーズ・ハンドヘルド・デジタル・オシロスコープには、22種類の自動測定機能があります。これらは、ディスプレイ右側にある測定行（「オシロスコープ表示の概要 22」を参照）の4つの測定表示に示されます。任意の4種類の自動測定を同時に表示できます。22種類の自動測定を以下に示します。

時間測定

- +デューティ
- –デューティ
- 周波数
- 周期
- 立ち上がり時間
- 立ち下がり時間
- +幅
- –幅

電圧測定

- 平均
- サイクル平均
- 振幅
- ベース
- 最大値
- 最小値
- p-p
- 実効値
- トップ

位相と遅延

- 位相
- 遅延

プリシュートとオーバシュート

- プリシュート
- +オーバシュート
- –オーバシュート

自動測定を実行するには

自動測定は両方のチャネルに対して使用できます。最大4つの測定結果を専用の測定行に同時に表示できます。自動測定をオンにするには、次の手順を実行します。

1. [Measure] を押してMeasureメニューにアクセスします。
2. 22の自動測定タイプの中から4つの測定ファイルを選択できます。ソフトキーを押して対応する測定ファイルをアクティブにします。
3. ロータリ・スイッチを回して自動測定タイプを選択します。
4. ロータリ・スイッチを押して、選択した自動測定タイプを設定します。両方のチャネルの測定結果が、測定ラインに同時に表示されます。
5. 同じ手順を繰り返して、他の3つの測定ファイルの測定を選択します。
6. 測定ファイルをオフにするには、ロータリ・スイッチを回してリストに“Off”を表示させます。ロータリ・スイッチを押してオフ状態を設定します。

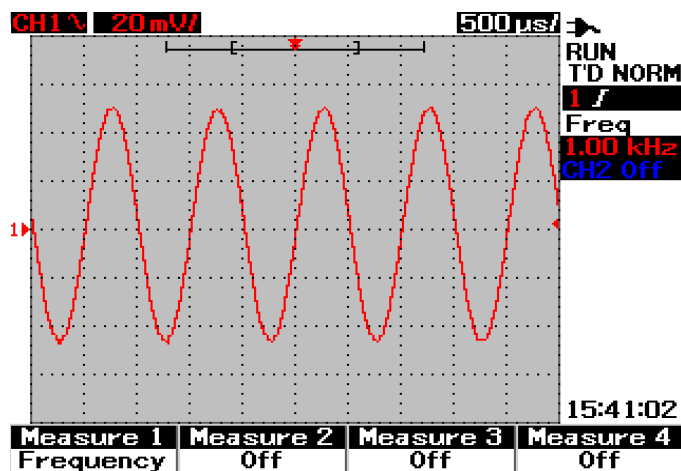



図3-24　測定1ファイルの自動測定の選択

時間自動測定

+デューティ

繰り返しパルス列の正のデューティ・サイクルは、正のパルス幅の周期に対する割合をパーセンテージで表したものです。

$$+\text{デューティ・サイクル} = \frac{+\text{幅}}{\text{周期}} \times 100$$

–デューティ

繰り返しパルス列の負のデューティ・サイクルは、負のパルス幅の周期に対する割合をパーセンテージで表したものです。

$$-\text{デューティ・サイクル} = \frac{-\text{幅}}{\text{周期}} \times 100$$

+幅

+幅は、立ち上がりエッジの中央しきい値から次の立ち下がりエッジの中央しきい値までの時間です。

–幅

–幅は、立ち下がりエッジの中央しきい値から次の立ち上がりエッジの中央しきい値までの時間です。

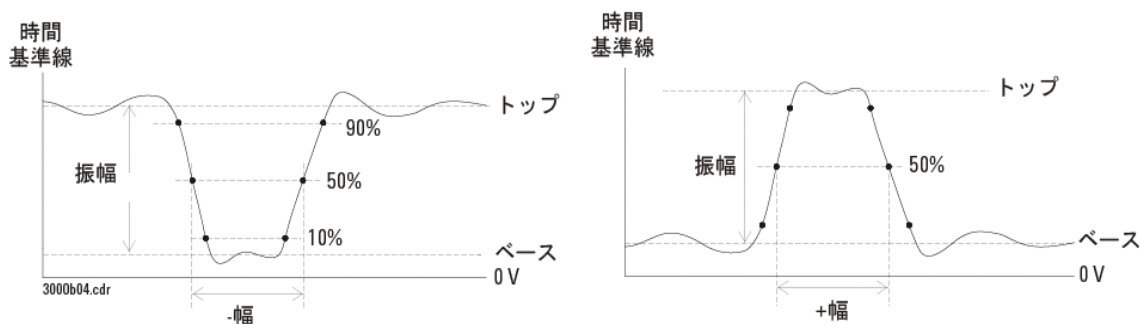



図3-25　+幅および–幅測定

周波数

周波数は周期の逆数と定義され、波形の周波数を測定するために用いられます。

立ち上がり時間

信号の立ち上がり時間は、立ち上がりエッジの下のしきい値の交差と上のしきい値の交差との時間差です。

立ち下がり時間

信号の立ち下がり時間は、立ち下がりエッジの上のしきい値の交差と下のしきい値の交差との時間差です。

周期

周期は波形の1サイクルの時間の長さであり、波形の周期を測定するために用いられます。

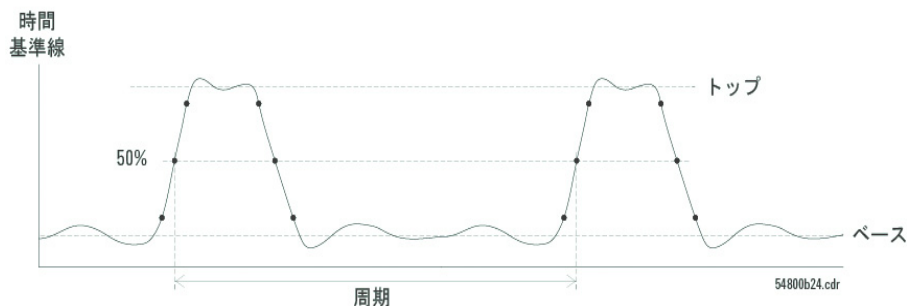



図3-26 周期測定

電圧自動測定

平均

測定の平均値は、測定結果の統計的平均値です。

平均サイクル

測定の平均サイクル値は、サイクル周期中の測定結果の統計的平均値です。

振幅

振幅は、測定のトップ値とベース値の差と定義されます。

トップ

波形のトップは、波形の最上部の再頻値（最も一般的な値）です。再頻値が定義できない場合、トップは最大値と同じです。

ベース

波形のベースは、波形の最下部の再頻値（最も一般的な値）です。再頻値が定義できない場合、ベースは最小値と同じです。

最大値

最大値は波形表示中の最も大きい値です。

最小値

最小値は波形表示中の最も小さい値です。

p-p

p-pは、最大値と最小値の差と定義されます。

実効値

実効値（DC）は、1周期または複数の周期全体を対象とした波形の二乗平均平方根です。表示が1周期に満たない場合、実効値（DC）の平均は表示幅全体を対象として計算されます。

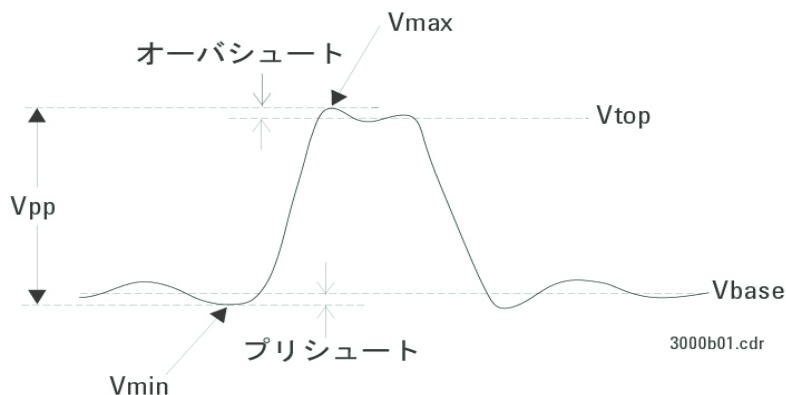



図3-27　電圧測定

位相と遅延

位相

位相は、入力ソース1から入力ソース2への位相シフトの計算結果を度単位で表したものです。負の位相シフト値は、ソース1の立ち上がりエッジがソース2の立ち上がりエッジの後に発生したことを示します。

$$位相= \frac{遅延}{ソース1周期} \times 360$$

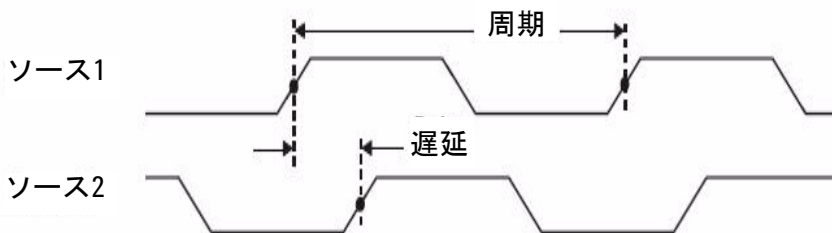



図3-28　位相測定

遅延

遅延は、ソース1の選択されたエッジと、ソース2の選択されたエッジとの差を、最も近いトリガ基準点を波形の中央しきい値点として計算したものと定義されます。負の遅延は、ソース1の選択されたエッジがソース2の選択されたエッジの後に発生したことを示します。

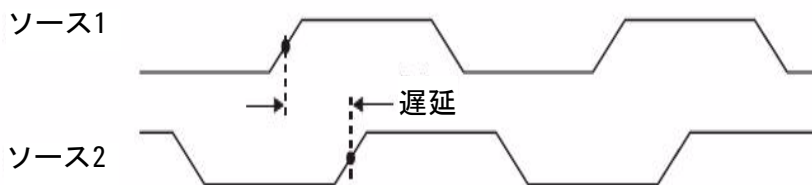



図3-29　遅延測定

プリシュートとオーバシュート

プリシュート

プリシュートは、主要なエッジ遷移の前に起こる歪みを振幅に対するパーセンテージで表したものです（図3-27を参照）。

立ち上がりエッジのプリシュート= $\dfrac{\text{Vbase} - \text{Vmin}\times 100}{\text{振幅}}$

立ち下がりエッジのプリシュート= $\dfrac{\text{Vmax} - \text{Vtop}\times 100}{\text{振幅}}$

+オーバシュート

オーバシュートは、主要なエッジ遷移の後に起こる歪みを振幅に対するパーセンテージで表したものです（図3-27を参照）。

立ち上がりエッジのオーバシュート= $\dfrac{\text{Vmax} - \text{Vtop}\times 100}{\text{振幅}}$

–オーバシュート

オーバシュートは、主要なエッジ遷移の後に起こる歪みを振幅に対するパーセンテージで表したものです（図3-27を参照）。

立ち下がりエッジのオーバシュート= $\dfrac{\text{VBase} - \text{Vmin}\times 100}{\text{振幅}}$

カーソル測定コントロール

U1600Bにはカーソル測定機能があり、波形の任意の点の電圧とタイムベースの精密で正確な測定値を取得できます。水平カーソル・マーカはタイムベース測定のX軸値を示し、垂直カーソル・マーカは電圧測定のY軸値を示します。

カーソル測定を実行するには、次の手順を実行します。

1 Cursor Measure ボタンを押してそのまま押し続け、カーソル測定機能にアクセスします。
2 F1を押してXまたはYカーソルのカーソル測定タイプを有効にし、選択します。
3 この機能をオフにするには、F1を押します。

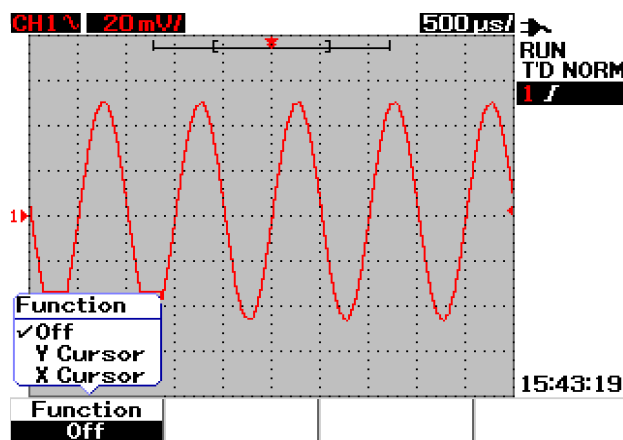
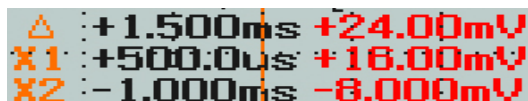



図3-30　カーソル測定メニュー

Xカーソル測定

Xカーソル測定では、表示波形中に2つの垂直線が配置され、値（電圧または電流）とトリガ・ポイントを基準とした時間を測定できます。カーソルのモードは、X1またはX2の1本のカーソル・ラインか、X1とX2のカーソル・ラインの組み合わせから選択できます。選択されたカーソル・ラインは垂直の長い破線で表示され、選択されていないカーソル・ラインは垂直の短い破線で表示されます。

X1とX2の差（Δ）は波形表示領域の右上隅に表示されます。Xカーソル測定を設定する手順を次に示します。

1 Xカーソル・メニュー・ページで、F2を押してプルアップ・メニューを表示し、X1またはX2の1本のカーソル・ライン、またはX1とX2のカーソル・ラインの組み合わせの中からカーソル・モードを選択します。
2 ロータリ・スイッチを回して、X1とX2のカーソル・ラインを調整します。両方のカーソル・ラインを選択した場合、両方のラインが同じデルタXカーソル値で平行に移動します。
3 F3を押してプルアップ・メニューを表示し、測定するチャネル・ソースを選択します。
4 図3-31では、2つのカーソル・ライン（X1およびX2モード）が選択され、チャネル1の信号に対して測定が実行されています。

X1の測定値は+16.00 mV、+500.0 µsです。

X2の測定値は–8.000 mV、–1.000 msです。

X1とX2の電圧測定の差は+24.00 mVで、時間差は+1.500 msです。

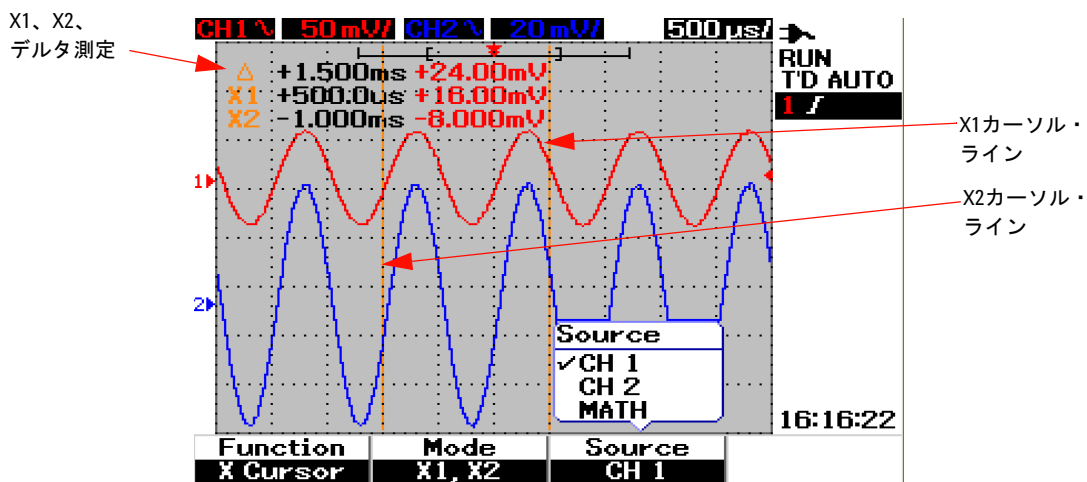
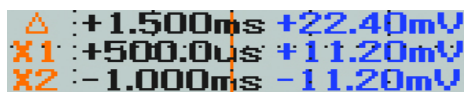



図3-31　チャネル1信号に対するX1およびX2カーソル・ラインを使ったXカーソル測定

5　図3-32では、チャネル2の信号に対して測定が実行されています。

X1の測定値は+11.20 mV、+500.0 µsです。

X2の測定値は–11.20 mV、–1.000 msです。

X1とX2の電圧測定の差は+22.40 mVで、時間差は+1.500 msです。

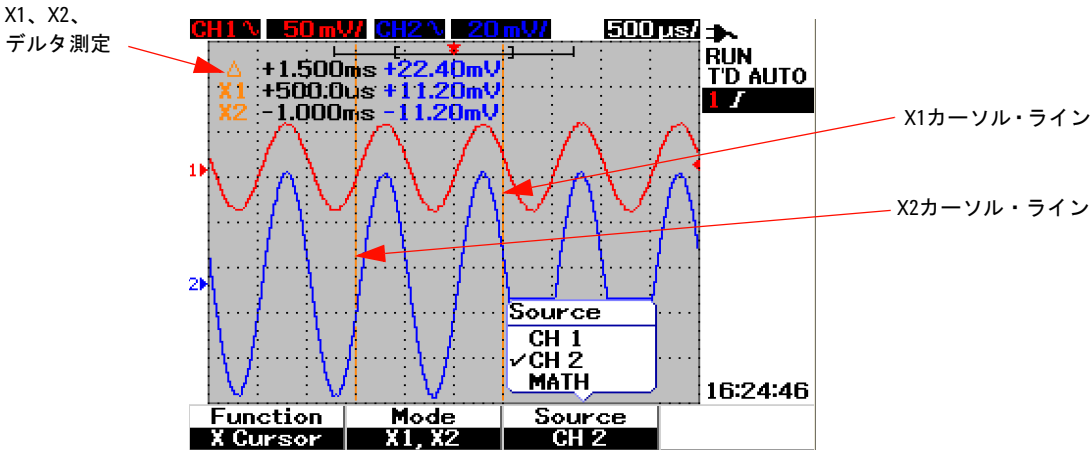



図3-32　チャネル2信号に対するX1およびX2カーソル・ラインを使ったXカーソル測定

6　図3-33では、演算機能が選択されています。

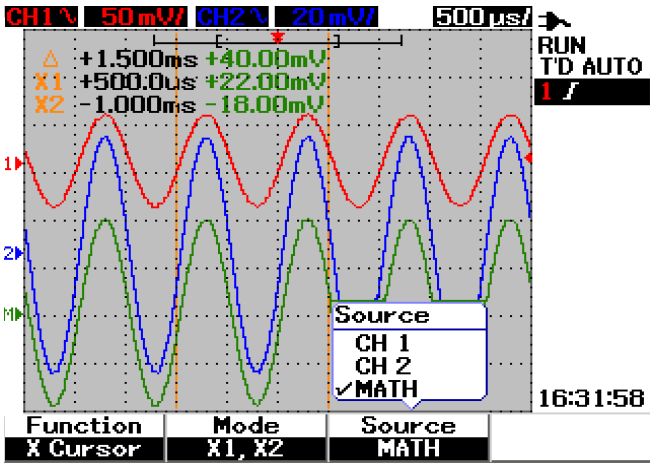
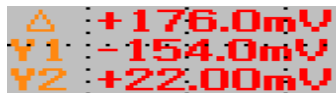



図3-33　Xカーソル測定に対する演算機能

Yカーソル測定

Yカーソル測定は、2本の水平線であり、垂直方向に調整して電圧または電流を測定できます。Xカーソルと同様、カーソルのモードは、Y1またはY2の1本のカーソル・ラインか、Y1とY2のカーソル・ラインの組み合わせから選択できます。選択されたカーソル・ラインは垂直の長い破線で表示され、選択されていないカーソル・ラインは垂直の短い破線で表示されます。

Y1、Y2、Y1とY2の差（Δ）は、波形表示領域の右上隅に表示されます。

1. Yカーソル・メニュー・ページで、F2を押してプルアップ・メニューを表示し、Y1またはY2の1本のカーソル・ライン、またはY1とY2のカーソル・ラインの組み合わせの中からカーソル・モードを選択します。
2. ロータリ・スイッチを回して、Y1とY2のカーソル・ラインを調整します。両方のカーソル・ラインを選択した場合、両方のラインが同じデルタY値で平行に移動します。
3. F3を押してプルアップ・メニューを表示し、測定するチャネル・ソースを選択します。
4. 図3-34では、2つのカーソル・ライン（Y1およびY2モード）が選択され、チャネル1の信号に対して測定が実行されています。

Y1の測定値は–154.0 mVです。

Y2の測定値は+22.00 mVです。

Y1とY2の電圧測定の差は+176.0 mVです。

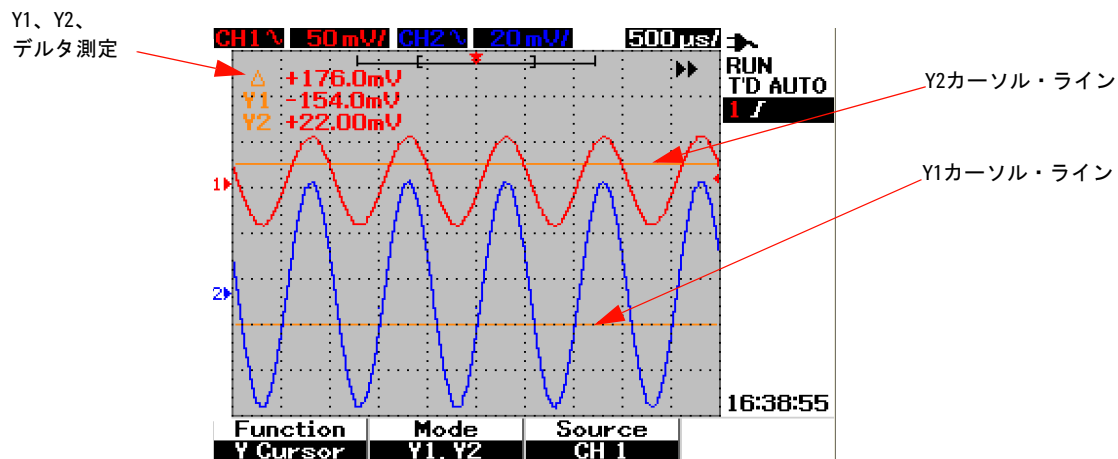



図3-34　チャネル1信号に対するY1およびY2カーソル・ラインを使ったYカーソル測定

5　図3-35では、チャネル2の信号に対して測定が実行されています。

Y1の測定値は–13.60 mVです。

Y2の測定値は+56.80 mVです。

Y1とY2の電圧測定の差は+70.40 mVです。

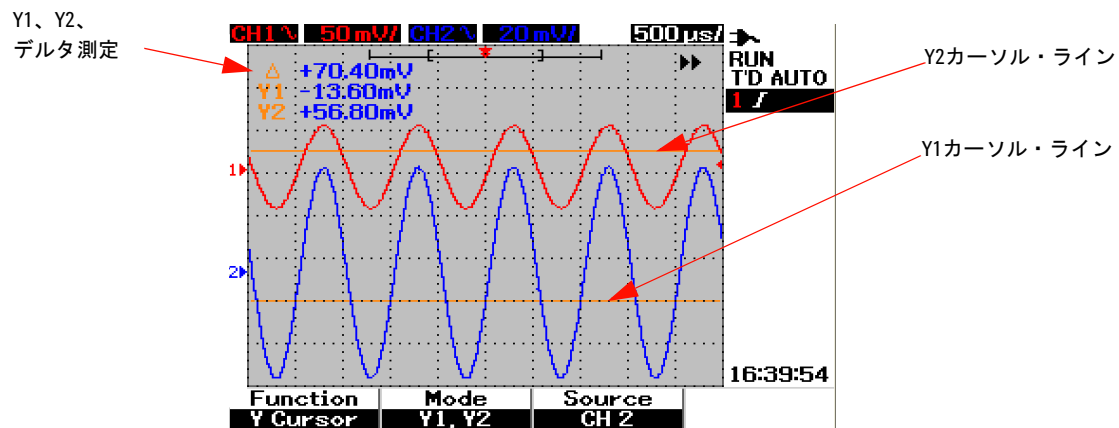



図3-35 チャネル2信号に対するX1およびX2カーソル・ラインを使ったYカーソル測定

6 図3-36では、演算機能が選択され、結果が波形表示領域の右上隅に表示されています。

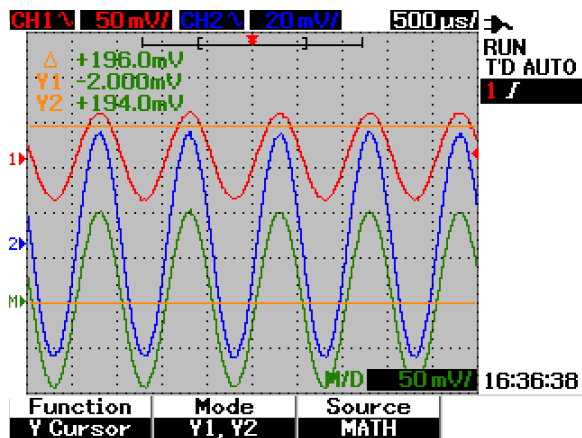



図3-36 Yカーソル測定に対する演算機能

演算機能コントロール

演算機能コントロールは、チャネル1とチャネル2に対して、加算、減算、FFT（高速フーリエ変換）の演算機能を実行するために使用します。演算波形が新たに作成され、画面上にリアルタイムで表示されます。演算メニュー・モードで、ロータリ・スイッチを回すことにより、演算波形の垂直位置をずらして、波形を見やすくすることができます。

デュアル波形演算: 加算、減算

演算機能を選択するには、次の手順を実行します。

1 User ボタンを押してUserメニューにアクセスします。
2 F3を押してMathメニューにアクセスします。
3 Mathサブメニューで、F1を押してプルアップ・メニューからデュアル波形演算（DWM）を選択します。
4 演算機能をオフにするには、F1で“off”を選択して、すべての演算データを消去します。
5 DWMを選択した後、DWM機能のサブメニューはF2で加算と減算を選択するように求めます。
   - CH1 + CH2
   - CH1 – CH2
   - CH2 – CH1

加算（CH1 + CH2）

F2を押して機能を選択することにより、チャネル1とチャネル2の波形を加算できます。演算波形が2つのチャネル波形と重なる可能性があるので、ロータリ・スイッチを回して演算波形の垂直位置を調整すると観察が容易になります。

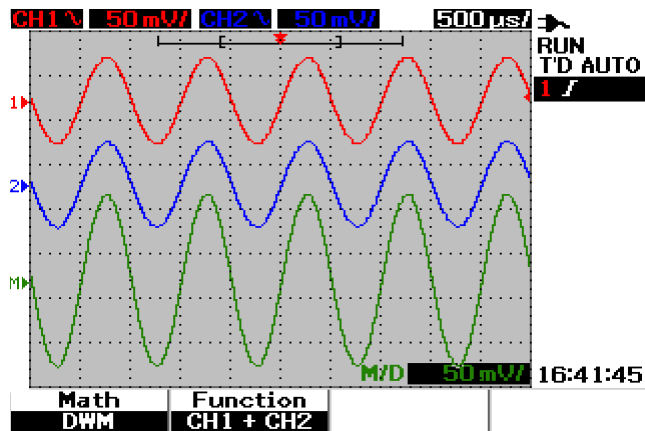



図3-37　チャネル1とチャネル2の加算機能

減算（CH1 – CH2、CH2 – CH1）

CH1 – CH2を選択すると、チャネル2の電圧値がチャネル1の電圧値からポイントごとに減算されます。逆に、CH2 – CH1を選択すると、チャネル1の電圧値がチャネル2の電圧値から減算され、結果が演算波形に表示されます。この機能は、2つの波形を比較したり、差分測定を実行したりするのに便利です。演算波形の垂直位置を調整するには、ロータリ・スイッチを回して位置をずらします。

注　記　チャネル1とチャネル2の波形の垂直スケーリング係数が異なる場合、演算波形の垂直スケールは感度の高い方の垂直スケーリング係数に自動的に設定されます。

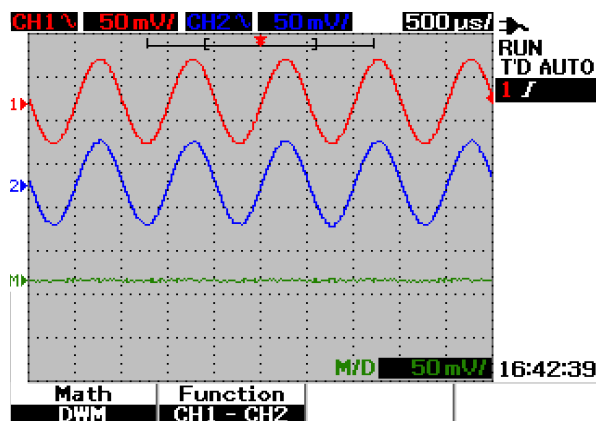



図3-38　チャネル1信号からチャネル2信号を減算した結果

FFT（高速フーリエ変換）

FFT演算機能は、タイム・ドメインの波形を周波数ドメインの波形に変換します。FFTスペクトラムの振幅はdBVで表示されます。すなわち、水平軸の値は時間から周波数（Hz）に変わり、垂直軸はVからdBに変わります。

FFT波形は、増幅器の非線形性から生じるアナログ波形の高調波成分や歪みを求めたり、DC電源の雑音を評価したり、アナログ・フィルタを調整したりするために便利です。

注　記　FFT機能はモデルU1604Bだけで使用できます。

FFT測定を実行するには、次の手順を実行します。

1. User ボタンを押してUserメニューにアクセスします。
2. F3を押してMathメニューにアクセスします。
3. Mathサブメニューで、F1を押してFFT機能を選択します。
4. FFTを選択した後、FFT機能のサブメニューが同時に表示され、機能の属性を設定できます。

Source

F2を押して、FFTのソース（チャネル1またはチャネル2）を選択します。

V Axis

F3を押して、dB/divで表される垂直スケーリング係数を選択します。次の4つのスケーリング係数を選択できます。

- 1 dB
- 2 dB

- 5 dB
- 10 dB
- 20 dB

Window

F4を押して、4種類のFFTウィンドウの1つを選択します。これらはそれぞれに周波数分解能と振幅確度のトレードオフが異なります。以下の指針を参考に、ソース波形の特性と測定の優先度に基づいて、最適なウィンドウを選択してください。

- **Rectangle**

  このウィンドウは高い周波数分解能と振幅確度を実現します。このウィンドウは、疑似ランダム雑音、インパルス、正弦波バースト、減衰正弦波の測定に最適です。

- **Hamming**

  このウィンドウは、Rectangleよりも高い周波数分解能を実現しますが、振幅確度は劣ります。HammingウィンドウはHanningよりも周波数分解能がわずかに高く、正弦波、周期的／非対称的な過渡信号またはバーストの測定に適しています。

- **Hanning**

  このウィンドウはHammingウィンドウに似ており、正確な周波数測定や、間隔の狭い2つの周波数の分解に用いられ、用途はHammingと同様です。

- **Blackman-Harris**

  このウィンドウは、振幅分解能が最も高い代わりに、他の3つのウィンドウに比べて周波数分解能が劣ります。このウィンドウは通常、単一周波数の波形の測定で、高次高調波を捕捉するために用いられます。

注　記

FFT波形の振幅値に影響する可能性があるDC成分を減らすため、ソース波形に対してAC結合を選択してください。

セーブ／リコール・コントロール

本器では、最大10個の構成セットアップと波形を保存してリコールできます。波形の保存とリコールには、測定器の内蔵メモリか、USBフラッシュ・メモリ・デバイスを使用します。

構成セットアップには、セットアップ・ファイルに保存される水平／垂直測定、カーソル、演算機能、トリガ設定が含まれます。波形を保存すると、表示された収集波形を保存して後でリコールし、比較することができます。

USBフラッシュ・メモリ・デバイスを使用しないセーブ／リコール・コントロール

本器では、セットアップと波形を内蔵メモリに保存してリコールできます。Save/Recallメニューには、以下の各セクションで説明する4つのサブメニューがあります。

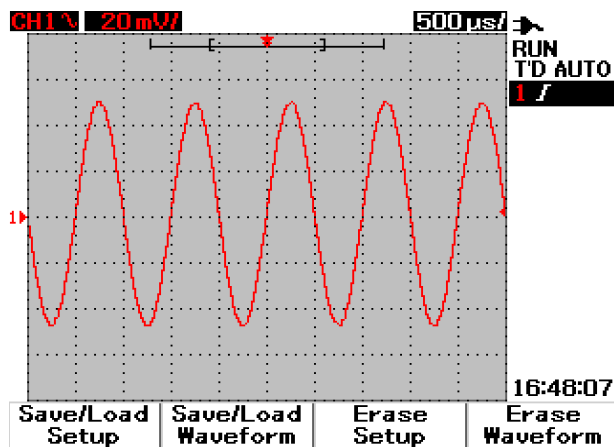



図3-39 Save/Recallメニュー

セットアップをセーブ／リコールするには

内蔵メモリに対して構成セットアップのセーブ／リコールを行うには、次の手順を実行します。

1. Save/Recall Run/Stop ボタンを押してそのまま押し続け、Save/Recallメニューにアクセスします。
2. F1を押してSave/Load Setupメニューにアクセスします。
3. メニューは4ページにわたり、最大10個のセットアップを保存できます。目的のソフトキーを押して、内蔵メモリに対するセットアップの保存またはロードを行います。
4. 図3-40では、F1を押して構成セットアップをセットアップ1に保存します。
5. もう一度F1を押すと、内蔵メモリからセットアップ1をロードできます。図3-41を参照してください。
6. 以降のセットアップのセーブ／リコールを行うには、同じセーブ／リコール手順を繰り返します。

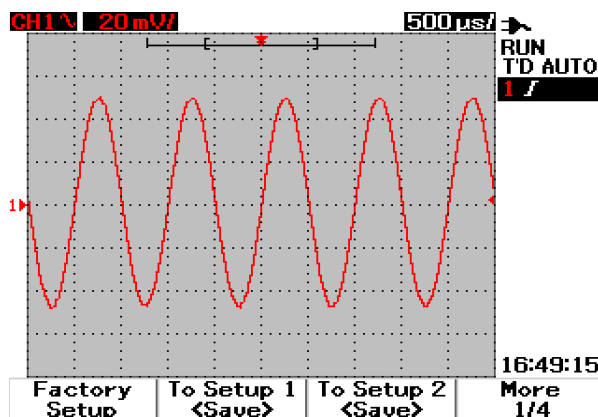



図3-40　<Save>表示は、セットアップ・ファイルが保存されていないことを示します。F1を押すとセットアップをセットアップ1に保存できます。

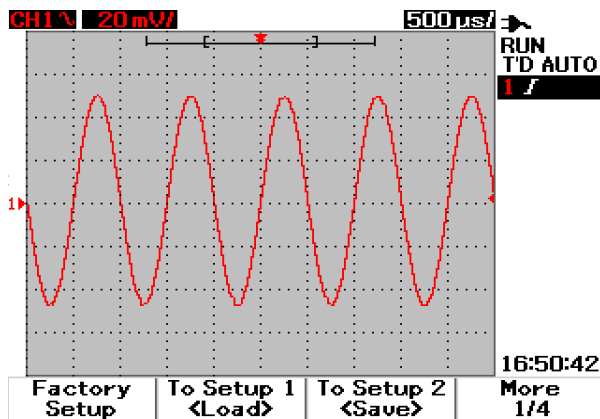



図3-41　<Load>表示は、構成セットアップ・ファイルがセットアップ1に保存されていることを示します。F1を押すと内蔵メモリからセットアップをロードできます。

波形をセーブ／リコールするには

内蔵メモリに対して波形のセーブ／リコールを行うには、次の手順を実行します。

1. Save/Recall [Run/Stop] ボタンを押してそのまま押し続け、Save/Recallメニューにアクセスします。
2. F2を押してSave/Load Waveformメニューにアクセスします。
3. メニューは4ページにわたり、最大10個の波形を保存できます。目的のソフトキーを押して、内蔵メモリに対する波形の保存またはロードを行います。
4. 図3-42では、F1を押して構成セットアップをセットアップ1に保存します。
5. もう一度F1を押すと、内蔵メモリから波形1をロードできます。図3-43を参照してください。
6. 以降の波形のセーブ／リコールを行うには､同じセーブ／リコール手順を繰り返します。

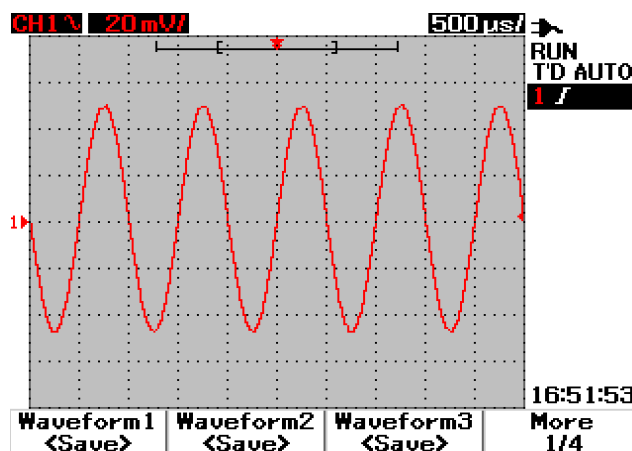



図3-42　<Save>表示は、波形が保存されていないことを示します。F1を押すと、波形を波形1に保存できます。

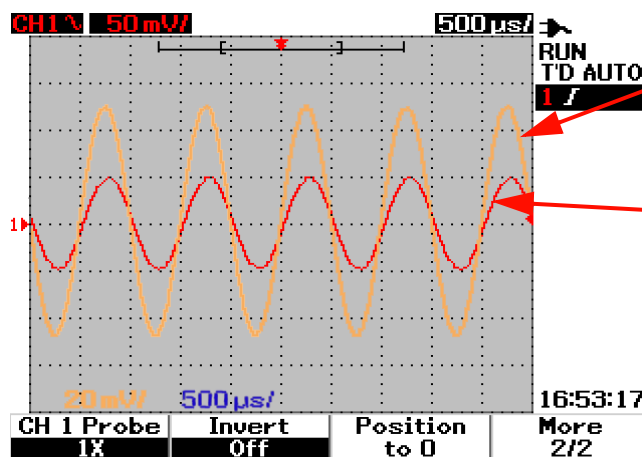



図3-43　<Load>表示は、波形ファイルが波形1に保存されていることを示します。F1を押すと内蔵メモリから波形をロードできます。この機能は、波形の比較に便利です。

セットアップを消去するには

内蔵メモリから構成セットアップを消去するには、次の手順を実行します。

1 Save/Recall Run/Stop ボタンを押してそのまま押し続け、Save/Recallメニューにアクセスします。
2 F3を押してErase Setupメニューにアクセスします。
3 目的のソフトキーを押して､保存されているセットアップを内蔵メモリから消去します。
4 図3-44では、F1を押して構成セットアップをセットアップ1から消去します。

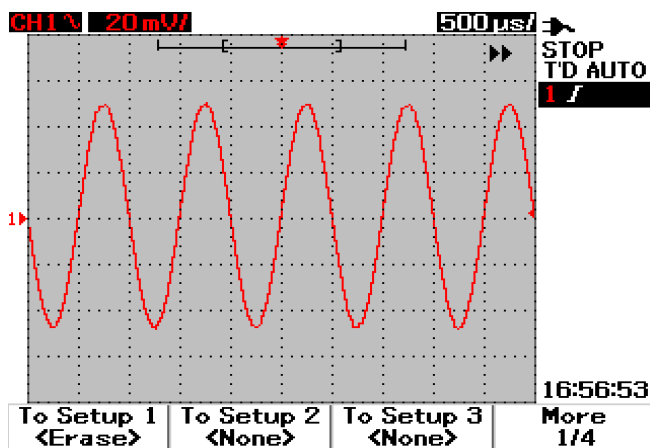



図3-44 <None>表示は、セットアップ・ファイルが保存されていないことを示します。セットアップ1の<Erase>は、内蔵メモリからセットアップ・ファイルを消去できることを示します。

波形を消去するには

以前に保存した波形を内蔵メモリから消去するには、次の手順を実行します。

1 Save/Recall Run/Stop ボタンを押してそのまま押し続け、Save/Recallメニューにアクセスします。
2 F4を押してErase Waveformメニューにアクセスします。
3 目的のソフトキーを押して､保存されているセットアップを内蔵メモリから消去します。
4 図3-45では、F1を押して波形を波形1から消去します。

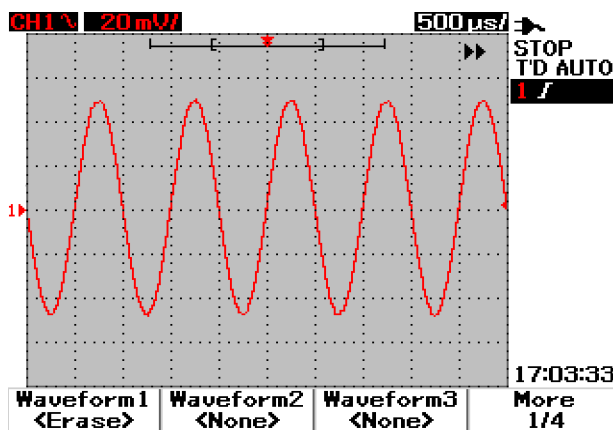



図3-45　<None>表示は、波形が保存されていないことを示します。波形1の<Erase>は、内蔵メモリから波形を消去できることを示します。

工場セットアップを復元するには

デフォルト構成セットアップを選択すると、オシロスコープがデフォルト設定に戻り、既知の動作条件になります。主要なデフォルト設定は次のとおりです。

水平軸　Mainモード、100 µs/divスケール、0 s遅延、中央時間基準、ウィンドウ・オフ

垂直軸　垂直チャネル1オン、5 V/divスケール、DC結合、0 V位置、プローブ係数1×

トリガ　Edgeトリガ、Auto掃引モード、0 Vレベル、チャネル1信号源、DC結合、立ち上がりエッジ・スロープ

表示　ベクトル・オン、50%コントラスト、グリッド格子線、無限持続表示オフ

収集　ノーマル・モード、Run/StopをRun

その他　カーソル測定オフ、自動測定オフ、自動電源切断オフ、英語

DMM　電圧計はDCに設定、相対オフ、自動測定オフ
抵抗計は抵抗に設定、相対オフ、自動測定オフ
温度計は℃に設定、相対オフ、自動測定オフ
電流計はDCに設定、相対オフ、自動測定オフ
湿度計は%RHに設定、相対オフ、自動測定オフ
圧力計はpsiに設定、相対オフ、自動測定オフ

ロガー　ロガー・ボルト、入力DC、最大ログ

測定器のデフォルト設定を復元するには、以下の手順を実行します。

1. Save/Recall [Run/Stop] ボタンを押してそのまま押し続け、Save/Recallメニューにアクセスします。
2. F1を押してSave/Load Setupメニューにアクセスします。
3. Save/Loadサブメニューのページ1/4で、F1を押して工場デフォルト・セットアップを復元します。
4. 工場セットアップを復元するかどうかを確認するため、“Recall OK?”というメッセージが表示されます。F1を押して確認します。

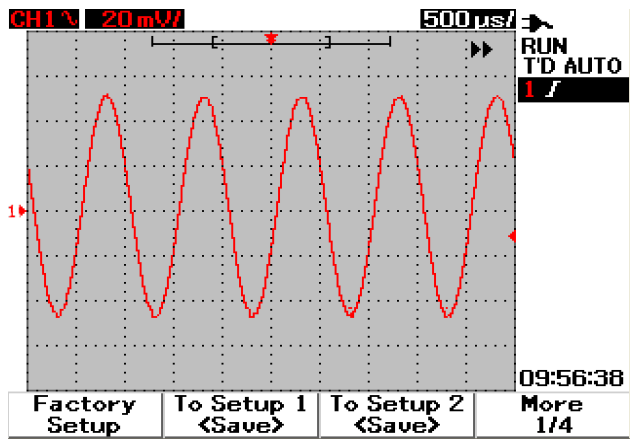



図3-46　Save/Load Setupメニューで工場セットアップを復元します。

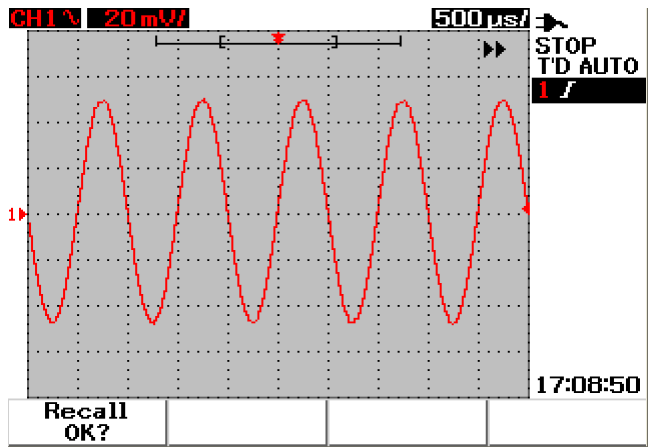



図3-47　測定器は工場デフォルト設定の復元の確認を求めます。

USBフラッシュ・メモリ・デバイスを使用したセーブ／リコール・コントロール

オプションとして、外部USBフラッシュ・メモリ・デバイスに波形を保存してダウンロードできます。USBフラッシュ・メモリを使用する場合、波形と構成設定は同時に保存されます。保存されるファイルのサイズは約1キロバイトです。

USB接続によるセーブ／リコール機能を使用するには、あらかじめUSBフラッシュ接続を有効にしておく必要があります。USBフラッシュ・メモリを接続すると、USBフラッシュ・メモリの検出メッセージが表示され、USBフラッシュ・メモリを取り外さないようにという警告が表示されます。USB接続機能を有効にするには、次の手順を実行します。

1. User ボタンを押してUserメニューにアクセスします。
2. F4を押してUtilityメニューにアクセスします。
3. Utilityサブメニューのページ1/4で、F3を押してUSB機能をオンにします。
4. USBフラッシュ・メモリを接続し、Save/Recall Run/Stop ボタンを押してそのまま押し続け、Save/Recallメニューに入ります。

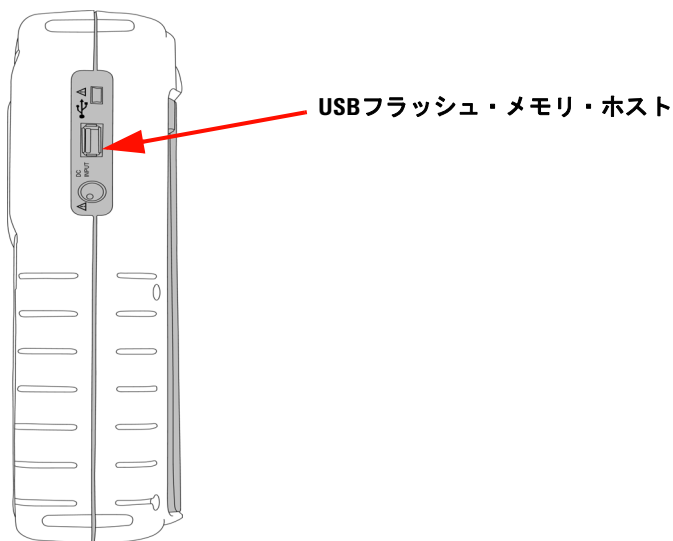



図3-48　USBフラッシュ・メモリを接続して、外部メモリ・デバイスに波形を保存してダウンロードできます。

波形を保存するには

測定器を使用すると、波形を*.bmpイメージ・フォーマットまたは*.svwファイル・フォーマットで保存できます。測定器は、構成設定と波形を*.svwファイル • フォーマットで同時に保存します。USBフラッシュ・メモリ・デバイスにセットアップと波形を保存するには、次の手順を実行します。

1. USB フラッシュ・メモリ・デバイスを接続し、Save/Recall Run/Stop ボタンを押してそのまま押し続け、Save/Recallメニューにアクセスします。
2. 画面にフラッシュ・メモリのコンテンツのリストが表示されます。波形をBMPフォーマットで保存するか、SVWフォーマットで保存するかのオプションを持つメッセージ・ボックスが表示されます。ロータリ・スイッチを回してフォーマットを選択します。
3. F1を押して波形を保存します。波形のファイル名を入力するように求められます。
4. ロータリ・スイッチを回して、画面の下部にある文字のリストの中の目的の文字にカーソルを移動します。
5. ファイル名を入力し終わったら、F1を押して波形をUSBフラッシュ・メモリ・デバイスに保存します。ファイル名は拡張子.svw付きでファイル・リストに表示されます。ファイル・リストに拡張子*.svwまたは*.bmpを持つファイル名が表示されます。

注　記　**ファイル名は、英語の大文字と数字から構成されます。ファイル名を入力する際には、バックスペースを使って前の文字を削除できます。**
ファイル名を入力する際には、Clearを使うと入力済みの文字がすべてクリアされます。

波形をロードするには

USBフラッシュ・メモリから波形をダウンロードする際には、USBフラッシュ・メモリ内容のリストからダウンロードするファイルを選択するように求められます。外部メモリ・デバイスからセットアップをロードするには、次の手順を実行します。

1. USB フラッシュ・メモリ・デバイスを接続します。Save/Recall Run/Stop ボタンを押してそのまま押し続け、Save/Recallメニューにアクセスします。
2. フラッシュ・メモリの内容が画面に表示されます。ロータリ・スイッチを回してカーソルを移動し、ファイルを選択します。
3. F2を押して波形をロードします。波形表示領域の下部に水平／垂直スケーリング係数が表示されます。

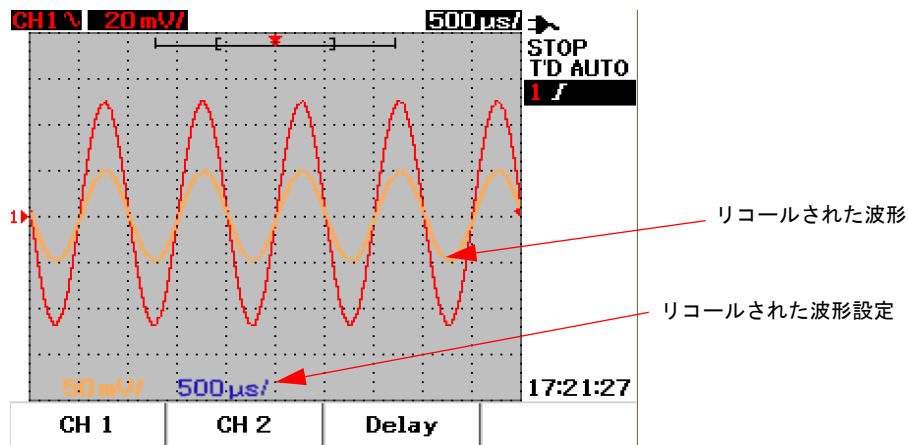



図3-49　USBフラッシュ・メモリ・デバイスからの波形のロード

波形を消去するには

保存されている波形をUSBフラッシュ・メモリ・ドライブから消去するには、次の手順を実行します。

1 Save/Recall Run/Stop ボタンを押してそのまま押し続け、Save/Recallメニューにアクセスします。
2 フラッシュ・メモリの内容が画面に表示されます。ロータリ・スイッチを回してカーソルを移動し、ファイルを選択します。
3 F3を押してリストからファイルを消去します。この手順では、波形が永久に削除されます。

波形をクリアするには

現在表示されている波形を画面からクリアするには、次の手順を実行します。

1 Save/Recall Run/Stop ボタンを押してそのまま押し続け、Save/Recallメニューにアクセスします。
2 F4を押して、波形を画面からクリアします。

オートスケールおよびRun/Stopコントロール

オートスケール

オートスケールは、両方のチャネルの入力信号が最もよく表示されるようにオシロスコープを自動的に設定します。オートスケールは、垂直感度、水平感度、トリガ設定を解析して最適な条件に自動的に調整します。測定器はトリガ・パルスをカウントして時間/divを設定し、両方の入力信号に対して最適な時間/divを選択します。

両方のチャネルがオンになり、信号動作が同時に観察されます。フロント・パネルの Autoscale ボタンを押すことにより、オートスケール・モードに次のデフォルト値が設定されます。

表3-1　オートスケール条件

機能	オートスケール条件
チャネル1結合	AC
チャネル1反転	オフ
チャネル1位置	0 div
チャネル2結合	AC
チャネル2反転	オフ
チャネル2位置	0 div
時間位置	中央
トリガ・タイプ	エッジ
トリガ・エッジ	チャネル1
トリガ・エッジ結合	DC
トリガ・エッジ・スロープ	立ち上がり

Run/Stopコントロール

フロント・パネルのRun/Stop Run/Stop ボタンは、信号収集を開始または停止するために使用します。**Run**モードでは、トリガが**Normal**モードに設定されている場合、トリガが見つかるまで表示は更新されません。トリガ・モードがAutoモードに設定されている場合、測定器はトリガを探します。トリガが見つからない場合、測定器は自動的にトリガを設定し、入力信号をただちに表示します。

AutoおよびNormalトリガ・インジケータが画面右側のトリガ行に表示されます。トリガが見つからない場合、**TD**（トリガ検出）インジケータが点滅し、測定器が強制的にトリガを発生していることを示します。

Stopモードでは、測定器は信号収集を停止します。画面右側に収集ステータスが表示され、測定器がRunとStopのどちらのモードであるかを示します。

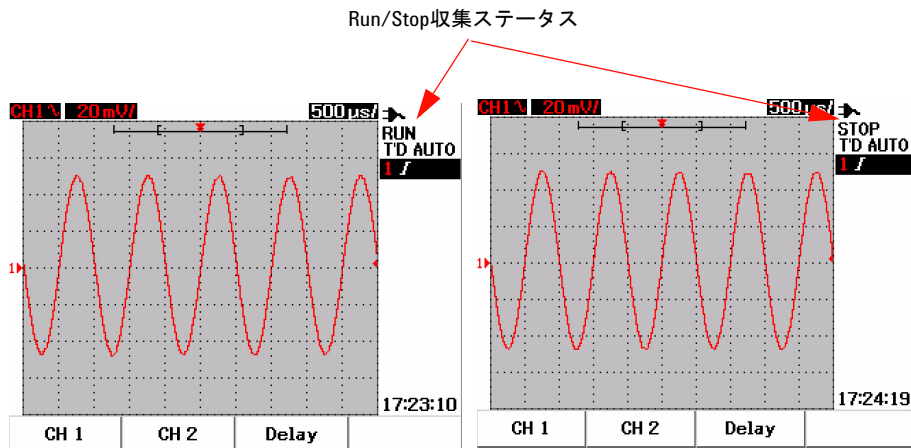



図3-50　Run/Stopモード

ユーティリティ・コントロール

Utilityメニューでは、測定器のユーザ・インタフェースを設定できます。このUtilityメニューでは、次の設定を制御できます。

- 自動電源切断コントロール
- 言語設定
- USBフラッシュ・メモリのオン／オフ
- 日付設定
- 時刻設定
- 自己校正
- プローブ校正

自動電源切断コントロール

自動電源切断機能は、消費電力を節約する役割を果たします。設定された自動電源切断時間に基づいて、測定器は自動的に電源オフになります。自動電源切断設定を選択する手順については、「自動電源切断を設定するには　12」を参照してください。

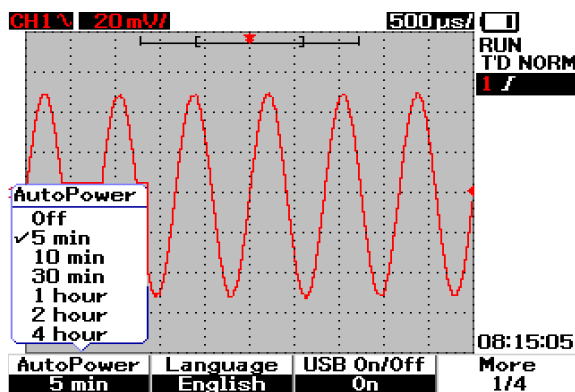



図3-51　自動電源切断コントロール

言語選択

言語選択は、測定器のクイック・ヘルプ機能の言語を設定します。本書の刊行時点では、英語、ドイツ語、フランス語、イタリア語、ポルトガル語、スペイン語、韓国語のクイック・ヘルプが用意されています。言語選択の手順については、「クイック・ヘルプの言語を選択するには　13」を参照してください。

USBフラッシュ・メモリのオン／オフ

USBフラッシュ・メモリはオプションの機能であり、USBフラッシュ・メモリ・デバイスを使って構成セットアップと波形を保存／ロードするために使用します。USBフラッシュ・メモリ・デバイスを測定器に接続する前に、USBフラッシュ・メモリ・ドライブのユーティリティを有効にする必要があります。この機能の設定手順の詳細については、「USBフラッシュ・メモリ・デバイスを使用したセーブ／リコール・コントロール　86」を参照してください。

日付と時刻の設定

測定器の日付／時刻表示を設定できます。時刻設定は、24時間表示で、分／秒のフィールドとともに表示されます。詳細については、「日付と時刻を設定するには　10」を参照してください。

自己校正

測定器の検証または性能最適化を行うには、測定器の自己校正を実行します。この自己校正では、内部セルフ・アライメント・ルーチンを使って、チャネル感度、オフセット、トリガ・パラメータに影響する信号経路が最適化されます。

自己校正の詳細については、「自己校正　148」を参照してください。

警　告

測定器の入力端子のすべてのプローブ接続を取り外します。自己校正を実行する前に、測定器を30分以上ウォームアップします。

プローブ校正

測定器にパッシブ・プローブを初めて接続する際には、測定の確度を保証するため、オシロスコープ・プローブ補正を実行する必要があります。オシロスコープ・プローブ補正の詳細な手順については、「オシロスコープ・プローブを補正するには　15」を参照してください。

電池消耗モード

測定器の電池が消耗状態になった場合、次の警告メッセージが画面に表示され、ビープ音が鳴ります。警告メッセージの表示後、測定器は約15分間使用可能で、その後に自動的に電源オフになります。測定器が電源オフのときに電池消耗状態になった場合、ユーザが測定器の電源をオンにすると、内部回路を保護するため、測定器は1分後に自動的にオフになります。

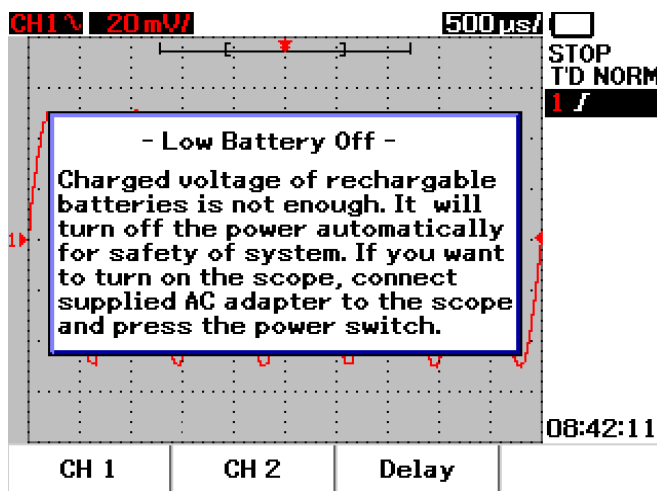



図3-52　電池消耗状態でのメッセージ表示

ミュート機能

ミュート機能を使うと、キー音とバッテリ消耗警告音をオン／オフできます。この機能を利用するには、以下の手順を実行します。

1 **User**を押し、**F4**ソフトキーを押して、**Utility**モードに入ります。
2 Utilityメニューの4/4ページで、F1を押して**Mute On/Off**メニューを表示します。
3 **On**を選択すると、キー音とバッテリ消耗警告音がオフになります。

注記

ミュート機能は、最新のファームウェア・バージョン2.5.6以上で使用できます。最新のファームウェアをダウンロードするにはwww.keysight.com/find/U1600B を参照してください。

4
デジタル・マルチメータ機能の使用

電圧計　96
抵抗計　98
補助メータ　104
相対機能　110
マルチメータ・モードの自動測定　112
テストのリスタート　113
オートレンジ・モード　113

U1600B シリーズ・ハンドヘルド・デジタル・オシロスコープには、マルチメータ機能が装備されています。内蔵の 6000 カウント分解能の真の実効値デジタル・マルチメータは、オートレンジ機能を備えており、高速で高確度のメータ測定を柔軟に実行できます。マルチメータ機能には、電圧、抵抗、補助測定があります。これに加えて、U1600B シリーズにはデータ・ロギング機能が装備されており、一連のデータ・ポイントを統合してデータ記録に役立てることができます。

注　記

- すべてのマルチメータ測定は、オートレンジ・モードで動作します。手動レンジを有効にするには、Range/Autoscale ボタンを押して、マルチメータ測定のレンジを手動で 選択します。
- Run/Stop ボタンを押すことにより、読み値を固定できます。

注　記

デジタル・マルチメータ機能の測定確度を高めるには、測定器を電池で駆動する必要があります。

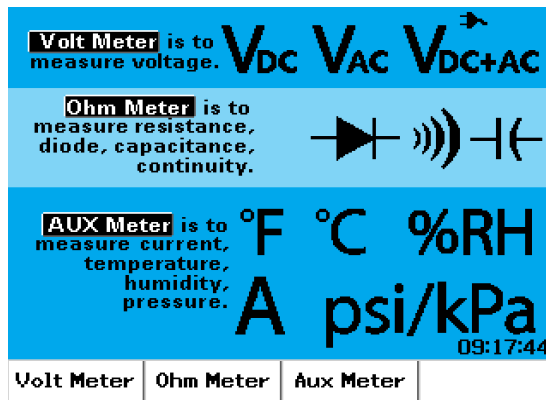



図4-1 マルチメータ表示

電圧計

電圧計機能には、AC、DC、AC+DC測定があります。この測定器は、真の実効値AC電圧測定が可能で、あらゆる入力信号に対して正確な測定結果を提供します。DCオフセットを持つAC入力信号に対しては、AC+DC測定を使用することをお勧めします。

電圧測定を実行するには、次の手順を実行します。

1 Meter ボタンを押してメータ・メニューにアクセスします。
2 F1を押して電圧計サブメニューにアクセスします。
3 電圧計サブメニューで、F1を押してDC、AC、AC+DC測定機能を選択します。
4 赤のテスト・リードを V·Ω·AUX CAP·⊣▶⊢ 入力端子に、黒のテスト・リードを**COM**端子に接続します。
5 被試験回路のテスト・ポイントをプロービングします。
6 画面の電圧測定値を読み取ります。画面には、小数点、値、シンボルが適切に表示されます。
7 相対機能を実行する方法については、この章の「相対機能 110」のセクションを参照してください。

8 F3を押すと、最小値、最大値、平均値の自動測定を実行できます。

9 F4を押すと、表示が更新され、測定値が再収集されます。

警　告

プローブ・チップがコンセント内部の金属接点と接触していることを確認してください。接触が不十分だと、電圧測定が不正確になることがあります。この場合、被試験デバイスに電力が供給されていると感電の危険がありますが、接触が不十分だとそれが測定器によって検出されません。

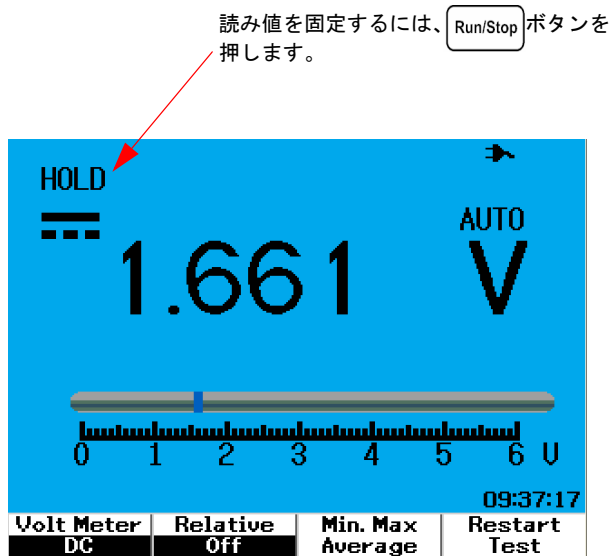



図4-2　DC測定表示

注　意

ACまたはDC電圧を測定する際には、被試験モータのスイッチをオン／オフしないでください。これは、オン／オフ動作の際の大きな電圧サージによって測定器が損傷されるのを防ぐためです。

抵抗計

抵抗計には、抵抗、導通テスト、キャパシタンス、ダイオード・テストの測定機能があります。オートレンジ動作中は、測定器が自動的にレンジを選択します。ただし、手動で測定レンジを調整すると、測定速度を上げることができます。詳細については、このセクションの「オートレンジ・モード 113」を参照してください。

抵抗測定

警　告

抵抗を測定する際には、感電事故や、測定器または被試験デバイスの損傷を避けるため、被試験デバイスまたは回路の電源を切断し、すべての高電圧キャパシタを放電してください。

抵抗測定を実行するには、次の手順を実行します。

1. Meter ボタンを押してメータ・メニューにアクセスします。
2. F2を押して抵抗計サブメニューにアクセスします。
3. 抵抗計サブメニューで、F1を押してプルアップ・メニューから抵抗測定を選択します。
4. 赤のテスト・リードを V·Ω·AUX CAP·⏩ 入力端子に、黒のテスト・リードを **COM** 端子に接続します。
5. 被試験回路またはデバイスのテスト・ポイントをプロービングします。
6. 画面の抵抗測定値を読み取ります。画面には、小数点、値、シンボルが適切に表示されます。
7. 相対機能を実行する方法については、この章の「相対機能 110」のセクションを参照してください。

8　F3を押すと、最小値、最大値、平均値の自動測定を実行できます。

9　F4を押すと、表示が更新され、測定値が再収集されます。

注　記　被試験デバイスが回路を構成する部分の1つである場合、抵抗測定値への干渉を減らすため、デバイスの片側の接続を切り離しておくことを強くお勧めします。

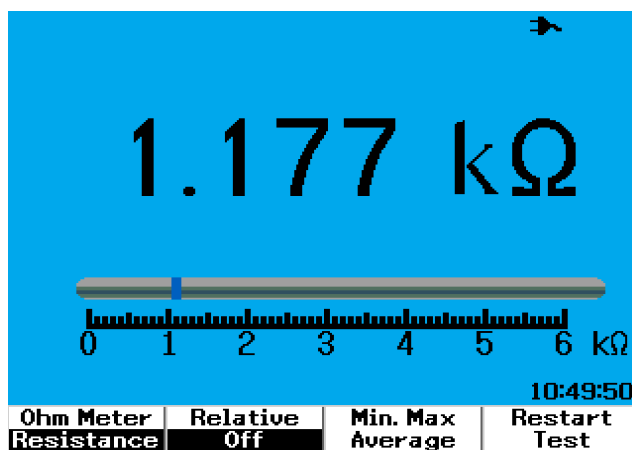



図4-3　抵抗測定

導通テスト

警　告

回路またはワイヤの導通を測定する際には、感電事故や測定器の損傷を避けるため、回路の電源を切断し、すべての高電圧キャパシタを放電してください。

導通テストを実行するには、次の手順を実行します。

1 Meter ボタンを押してメータ・メニューにアクセスします。
2 F2を押して抵抗計サブメニューにアクセスします。
3 抵抗計サブメニューで、F1を押してプルアップ・メニューから導通測定を選択します。
4 赤のテスト・リードを V·Ω·AUX CAP·⊣ 入力端子に、黒のテスト・リードを **COM** 端子に接続します。
5 被試験回路またはデバイスのテスト・ポイントをプロービングします。
6 画面の抵抗測定値を読み取ります。画面には、小数点、値、シンボルが適切に表示されます。
7 抵抗が60 Ωより小さい場合、ビープ音が鳴ります。
8 F3を押すと、最小値、最大値、平均値の自動測定を実行できます。
9 F4を押すと、表示が更新され、測定値が再収集されます。

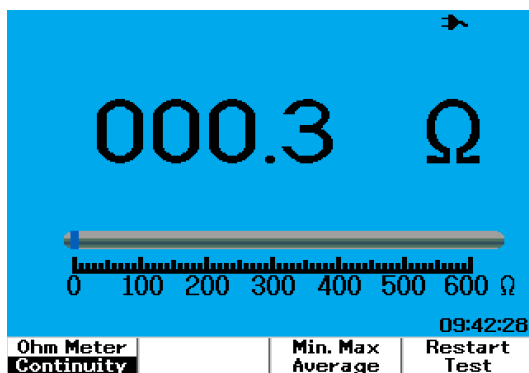



図4-4　導通テストでショートが見つかるとビープ音が鳴ります。

ダイオード・テスト

警　告

ダイオード・テストを実行する際には、感電事故や測定器の損傷を避けるため、回路の電源を切断し、すべての高電圧キャパシタを放電してください。

ダイオード・テストを実行するには、次の手順を実行します。

1. Meter ボタンを押してメータ・メニューにアクセスします。
2. F2を押して抵抗計サブメニューにアクセスします。
3. 抵抗計サブメニューで、F1を押してプルアップ・メニューからダイオード・テストを選択します。
4. 赤のテスト・リードを V·Ω·AUX CAP·⏩ 入力端子に、黒のテスト・リードを **COM** 端子に接続します。
5. ダイオードの正の端子（アノード）は赤いテスト・リード、負の端子（カソード）は黒いテスト・リードでプロービングします。
6. 画面の電圧測定値を読み取ります。
7. プローブの極性を反転し、ダイオードの両端の電圧を再度測定します。画面の電圧測定値を読み取ります。
8. ダイオード・テストの結果の意味は次のとおりです。
   - 順バイアス・モードで電圧値（ゲルマニウムの場合は約0.25 V、シリコンの場合は約0.7 V）が表示され、逆バイアス・モードで“OL”が表示される場合、ダイオードは正常と判断されます。
   - 正バイアス・モードと逆バイアス・モードの両方で0 Vに近い値が表示された場合、ダイオードはショートしていると判断されます。
   - 正バイアス・モードと逆バイアス・モードの両方で “OL” が表示された場合、ダイオードはオープンであると判断されます。

注　記

代表的なダイオードの順バイアスは、0.3 V〜1.00 Vの範囲です。

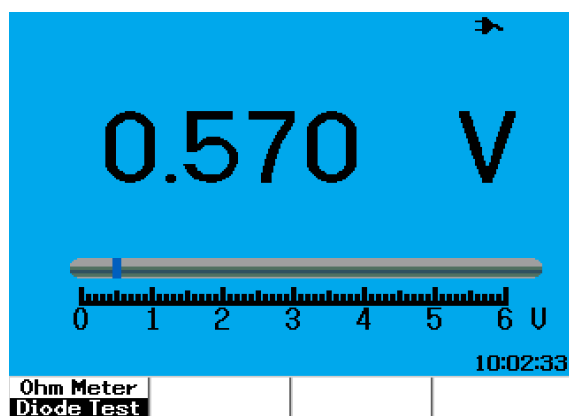



図4-5 順バイアス条件のダイオード

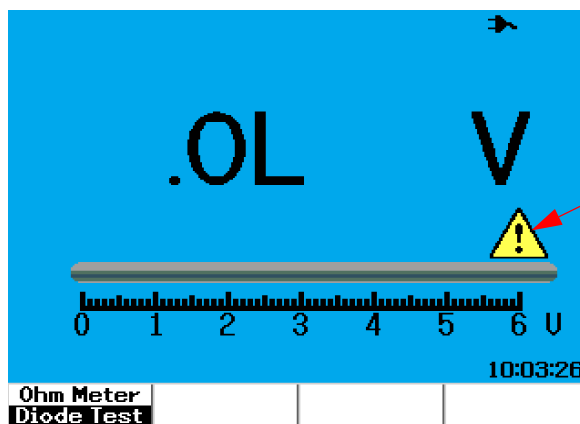



図4-6 オープン条件のダイオード

キャパシタンス測定

警　告

キャパシタンス測定を実行する際には、感電事故や測定器の損傷を避けるため、回路の電源を切断し、すべての高電圧キャパシタを放電してください。

キャパシタンス測定は、オートレンジモードだけで実行できます。キャパシタンス測定を実行するには、次の手順を実行します。

1 Meter ボタンを押してメータ・メニューにアクセスします。
2 F2を押して抵抗計サブメニューにアクセスします。
3 抵抗計サブメニューで、F1を押してプルアップ・メニューからキャパシタンス測定（**“Cap”**と表示）を選択します。
4 赤のテスト・リードを V·Ω·AUX CAP·⊣⊢ 入力端子に、黒のテスト・リードを**COM**端子に接続します。
5 キャパシタの正の端子（アノード）は赤いテスト・リード、負の端子（カソード）は黒いテスト・リードでプロービングします。
6 画面のキャパシタンス測定値を読み取ります。
7 相対機能を実行する方法については、この章の「相対機能 110」のセクションを参照してください。

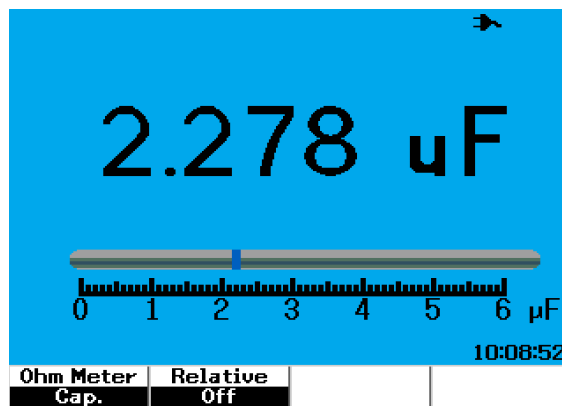



図4-7　キャパシタンス測定

補助メータ

U1600Bシリーズ・ハンドヘルド・デジタル・オシロスコープは、補助メータ機能によって機能を拡張しています。これには、温度、電流、圧力、湿度のメータ測定があります。補助測定の実行には、指定された外部アダプタが必要です。

温度計

温度測定は、外部温度アダプタを使用し、オートレンジ・モードで動作します。測定単位は、摂氏（°C）または華氏（°F）から選択できます。

温度測定を実行するには、次の手順を実行します。

1 Meter ボタンを押してメータ・メニューにアクセスします。
2 F3を押して補助サブメニューにアクセスします。
3 補助サブメニューで、F1を押して温度計（**"Temp Meter"**と表示）を選択します。
4 温度計サブメニューで、F1を押して、測定単位を摂氏（°C）または華氏（°F）から選択します。
5 温度アダプタの正の端子（+）が 測定器の入力端子 V·Ω·AUX CAP·⯈| に、負の端子（–）が測定器の**COM**入力ジャックに接続されていることを確認してください。
6 温度プローブ・チップを被試験材料に接触させます。
7 測定器の温度測定値を読み取ります。測定値の前に負記号（–）があるのは、温度が0°Cまたは°Fより下であることを示します。
8 相対機能を実行する方法については、この章の「相対機能 110」のセクションを参照してください。
9 F3を押すと、最小値、最大値、平均値の自動測定を実行できます。

10 F4を押すと、表示が更新され、測定値が再収集されます。

注 意

- 温度プローブ・リードを強く曲げたりねじったりしないでください。曲げた状態が長く続くと、リードが破損するおそれがあります。
- 温度プローブ・リードを酸性の液体に浸さないでください。
- 温度プローブ・チップのどの部分にも電圧を印加しないでください。

注 記

正確な測定値を得るには、プローブ・チップとオブジェクトが十分に接触するようにします。物体からプローブ・チップへの熱伝導を妨げないように、プローブ・チップの表面は乾燥して清潔な状態にしておいてください。

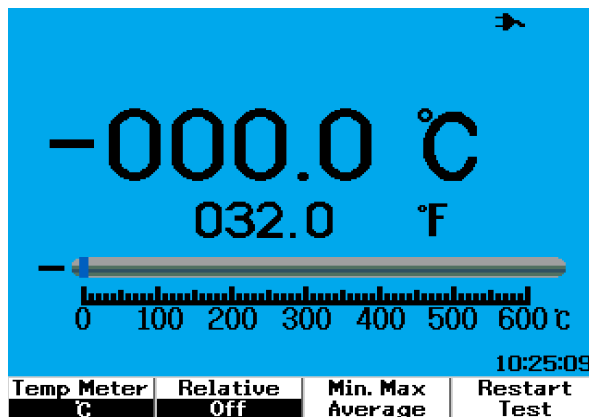



図4-8 摂氏（°C）と華氏（°F）の温度測定表示

電流計

電流（アンペア）測定には、測定器に接続する電流アダプタが必要です。電流のレンジは測定器によって自動的に選択され、小数点、値、記号によって適切に表示されます。

電流測定を実行するには、次の手順を実行します。

1 Meter ボタンを押してメータ・メニューにアクセスします。
2 F3を押して補助サブメニューにアクセスします。
3 補助サブメニューで、F2を押して電流計を選択します。
4 電流計サブメニューで、F1を押してAC電流またはDC電流測定を選択します（図4-9を参照）。
5 電流アダプタのスケール設定を調整します（1 mV/Aまたは10 mV/A）。
6 F4を押して電流計サブメニューの2/2ページに移動します。
7 2/2ページのF1を押して測定レンジを選択します（図4-9を参照）。測定レンジは、電流アダプタの設定（1 mV/Aまたは10 mV/A）に基いて選択されます。
8 電流アダプタの正の端子（+）が測定器の入力端子 V·Ω·AUX CAP·⏩ に、負の端子（–）が測定器のCOM入力ジャックに接続されていることを確認してください。
9 被試験デバイスのテスト・ポイントをプロービングします。
10 画面の電流測定値を読み取ります。画面には、小数点、値、シンボルが適切に表示されます。
11 相対機能を実行する方法については、この章の「相対機能 110」のセクションを参照してください。
12 F3を押すと、最小値、最大値、平均値の自動測定を実行できます。
13 電流計サブメニューの2/2ページのF2を押して、表示を更新し、測定値を再収集します。

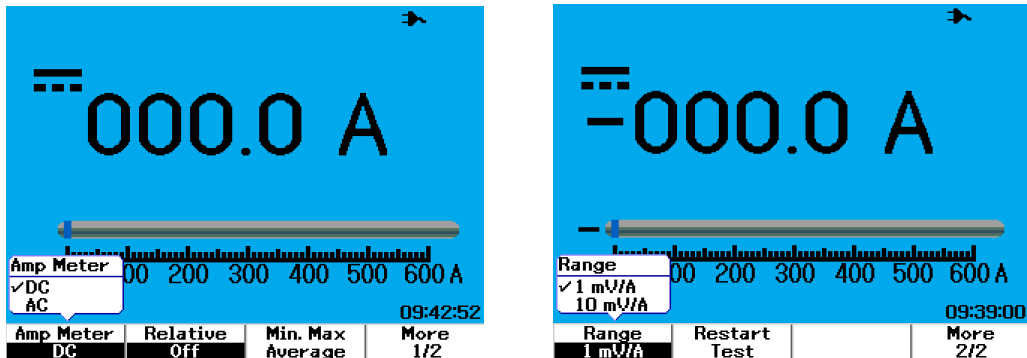



図4-9　電流測定

湿度計

湿度測定を実行するには、湿度アダプタが必要です。圧力のレンジは測定器によって自動的に選択され、小数点、値、記号によって適切に表示されます。

湿度測定を実行するには、次の手順を実行します。

1 Meter ボタンを押してメータ・メニューにアクセスします。
2 F3を押して補助サブメニューにアクセスします。
3 補助サブメニューで、F3を押して湿度計を選択します。
4 湿度アダプタの正の端子（+）が 測定器の入力端子 V·Ω·AUX CAP·⏩ に、負の端子（–）が測定器のCOM入力ジャックに接続されていることを確認してください。
5 プローブ・チップを被試験材料に接触させます。
6 画面の湿度測定値（%RH）を読み取ります。画面には、小数点、値、シンボルが適切に表示されます。
7 相対機能を実行する方法については、この章の「相対機能 110」のセクションを参照してください。

8 F3を押すと、最小値、最大値、平均値の自動測定を実行できます。

9 F4を押すと、表示が更新され、測定値が再収集されます。

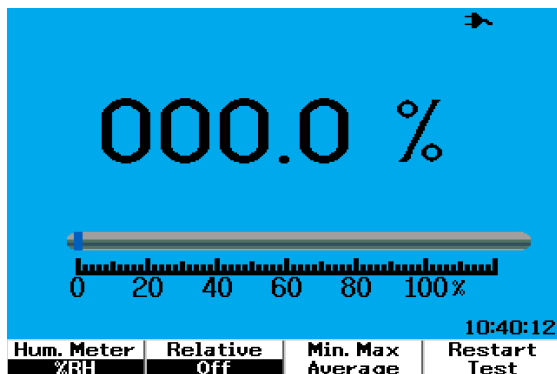



図4-10　湿度測定

圧力計

圧力測定を実行するには、圧力アダプタが必要です。測定器は最適な測定レンジを選択し、小数点、値、記号を適切に表示します。

圧力測定を実行するには、次の手順を実行します。

1 Meter ボタンを押してメータ・メニューにアクセスします。

2 F3を押して補助サブメニューにアクセスします。

3 補助サブメニューで、F4を押して圧力計を選択します。

4 圧力計サブメニューで、F1を押して測定単位をpsiまたはkPaから選択します。

5 圧力アダプタの正の端子（+）が 測定器の入力端子 V·Ω·AUX CAP·⊣⊢ に、負の端子（–）が測定器の**COM**入力ジャックに接続されていることを確認してください。

6 プローブ・チップを被試験材料に接触させます。

7 画面の圧力測定値を読み取ります。画面には、小数点、値、シンボルが適切に表示されます。

8 相対機能を実行する方法については、この章の「相対機能 110」のセクションを参照してください。
9 F3を押すと、最小値、最大値、平均値の自動測定を実行できます。
10 F4を押すと、表示が更新され、測定値が再収集されます。

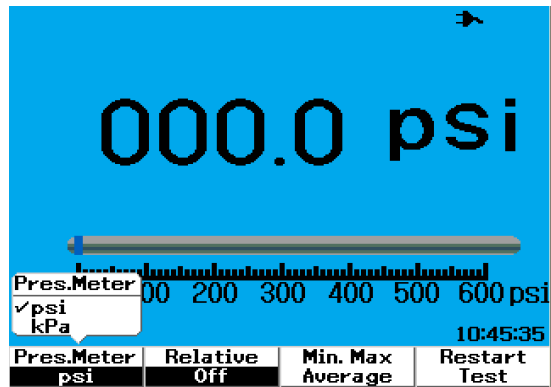



図4-11　圧力測定

注　記

1 kPa = 6.89476 psi

相対機能

相対機能は、ヌル測定とも呼ばれ、記憶されているヌル値／基準値と測定された値との差を取ります。この相対機能は、ダイオード・テストと導通テストを除くすべてのマルチメータ測定に適用できます。相対機能をオン／オフするには、各マルチメータ機能のサブメニューでF2を押します。

例：

抵抗測定で1.177 kΩの測定値を得て、相対機能をオンにすることにより、この値を基準値として設定します。この測定値は0 Ωと表示されます。別の抵抗測定を実行して、得られた測定値が1.766 kΩ（測定された値）だとすると、その差の約0.586 kΩ（相対値）が表示されます。式を次に示します。

相対値 = 測定値 - 基準値

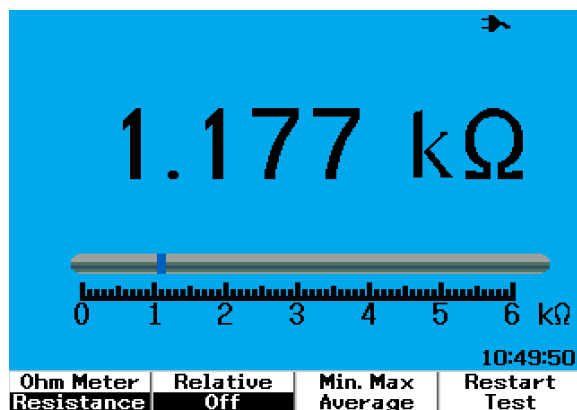



図4-12　読み値を基準値に設定

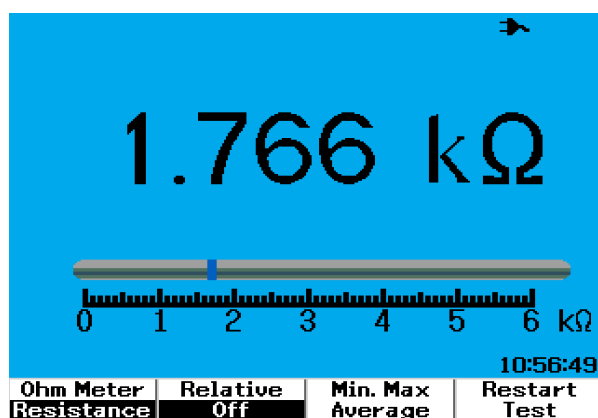



図4-13　読み値を測定値に設定

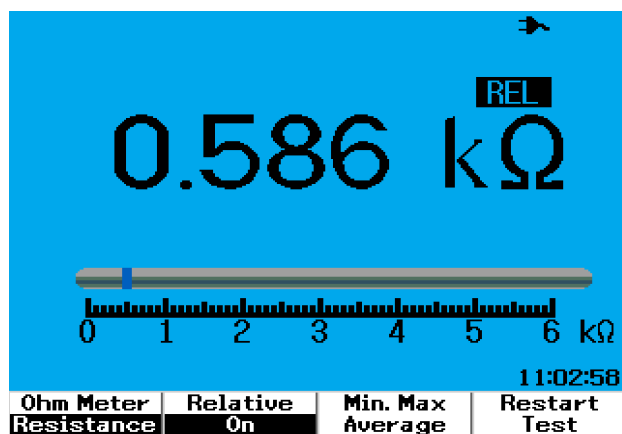



図4-14　測定値と基準値の差から得られた相対測定

マルチメータ・モードの自動測定

ダイオード・テストとキャパシタンス測定を除くマルチメータ測定では、最小値、最大値、平均値の自動測定が可能です。

リアルタイムの最小／最大測定値が、記録された時刻とともに表示されます。平均値は、最新の8個の読み値の算術平均値です。

この機能をオンにするには、各マルチメータ機能のサブメニューでF3を押します。図4-15を参照してください。

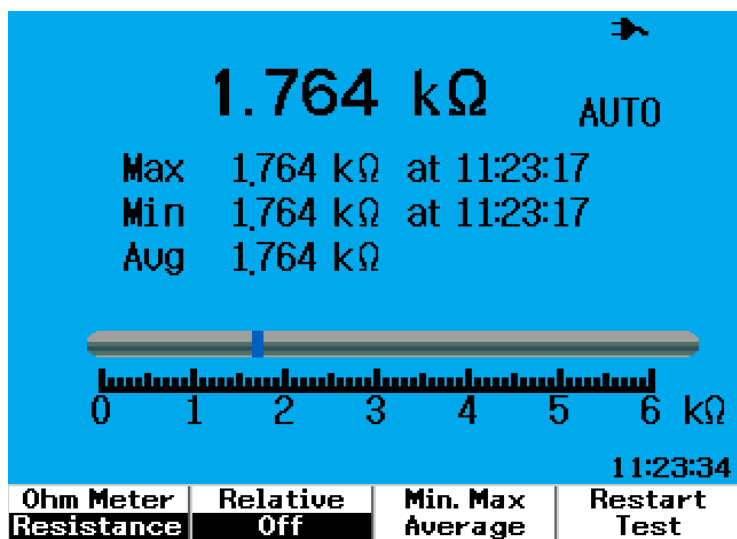



図4-15　抵抗測定モードの自動測定

テストのリスタート

すでに捕捉された読み値をクリアして、最小値、最大値、平均値の計算を新たに開始することができます。この機能をオンにすると、測定器はマルチメータ測定をリスタートし、再テストします。

テストのリスタート機能をオンにするには、各マルチメータ・サブメニューでF4を押します。この機能は、ダイオード・テストとキャパシタンス測定では使用できません。

オートレンジ・モード

すべてのマルチメータ測定は、デフォルトでオートレンジ・モードに設定されています。手動レンジ・モードをオン／オフするには、以下の手順を実行します。

1 Range Autoscale ボタンを押して手動レンジ・モードをオンにします。右側に表示されている"AUTO"記号が消えます。
2 Range Autoscale ボタンを押すたびに、棒グラフの下に表示されているレンジが変化します。
3 目的のレンジを選択し、測定を実行します。
4 手動レンジ・モードをオフにするには、ビープ音が鳴るまで Range Autoscale を押し続けます。

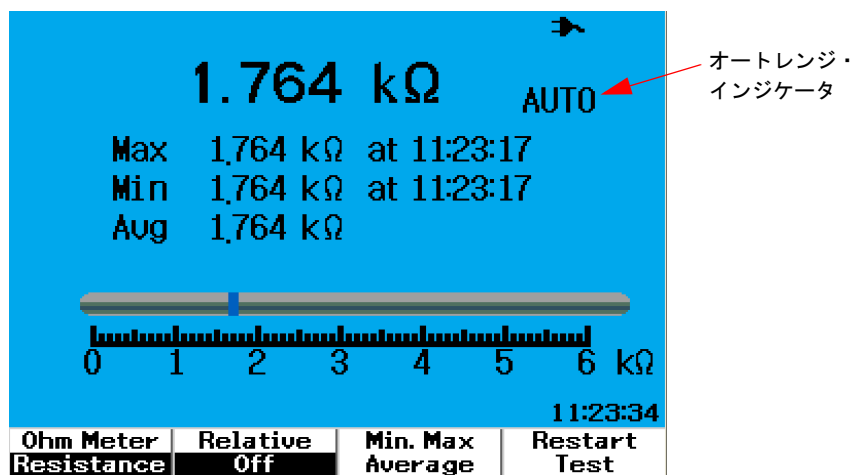



図4-16　オートレンジ・モード

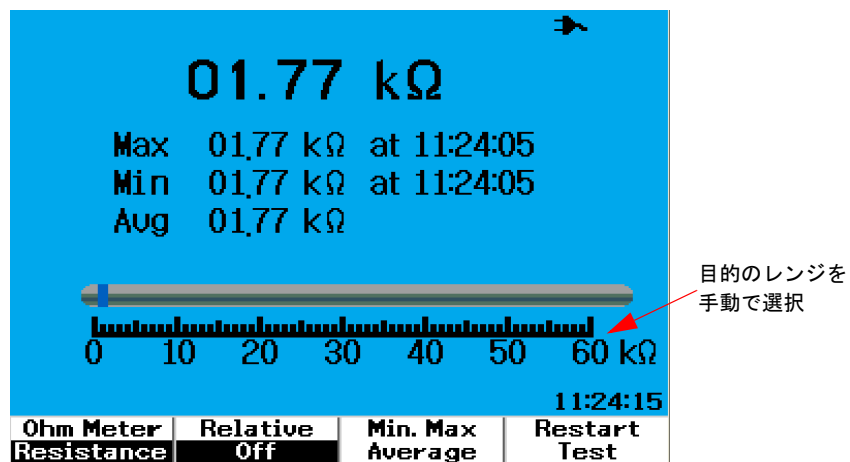



図4-17　手動レンジ・モード

5
データ・ロガー機能の使用

データ・ロガー機能　116
データ・ロガー・モードの自動測定　119
CSV保存機能と間隔設定　119
テストのリスタート　120

U1600B シリーズ・ハンドヘルド・デジタル・オシロスコープには、マルチメータ測定用のデータ・ロギング機能が装備されています。データ・ロガーは、測定値対タイムベースをグラフ表示にプロットします。最大 20 日分のデータを、圧縮とサイズ変更により画面全体に記録することができます。

データ・ロガー機能

データ・ロガーは、グラフを画面の右端に達するまで左から右にプロットします。データ・ロギング機能は、タイムベースが以下のように変わるごとに画面を自動的に半分に圧縮します。

- 150秒
- 300秒
- 10分
- 20分
- 50分
- 100分
- 200分
- 10時間
- 20時間
- 30時間
- 60時間
- 120時間
- 10日
- 20日

タイムベースは10目盛り単位で変化し、最小15 s/div（150秒）から最大2日/divとなります。この機能を使用するには、以下の手順を実行します。

1. Logger ボタンを押してデータ・ロガー・モードにアクセスします。
2. F1を押して、データ・ロギングの対象となるマルチメータ機能を次の中から選択します。
   - 電圧計（“Volt”と表示）
   - 抵抗計（“Ohm”と表示）
   - 補助メータ（“Aux”と表示）
3. マルチメータ機能を選択したら、F2を押して各マルチメータ機能のサブ機能を次の中から選択します。

- 電圧計
  - DC
  - AC
  - AC+DC
- 抵抗計
  - 抵抗
  - ダイオード・テスト
  - 導通
  - キャパシタンス（“Cap”と表示）
- 補助メータ
  - DC電流
  - AC電流
  - 温度°C（“°C Temp”と表示）
  - 温度°F（“°F Temp”と表示）
  - 相対湿度（“%RH”と表示）
  - 圧力（“psi”と表示）

注　記　データ・ロギングの対象となるすべてのマルチメータ測定は、オートレンジ・モードで動作します。

抵抗と DC 電圧のデータ・ロガーの例を次に示します。

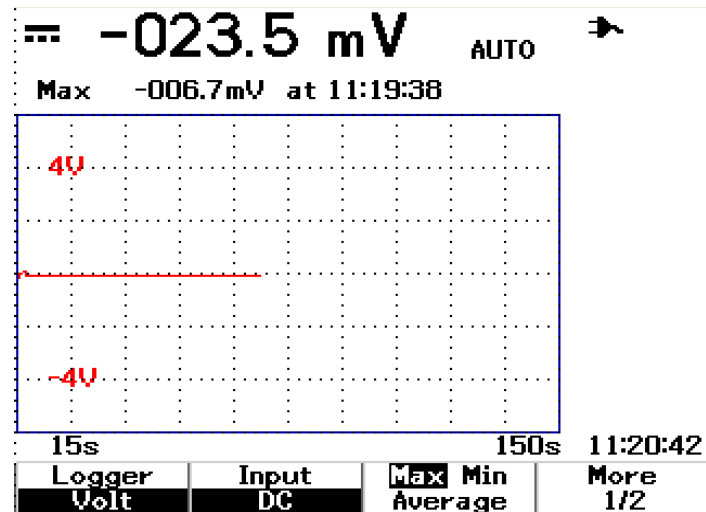



図 5-1 DC 電圧データ記録では最大値測定が選択されています。初期タイム・ベースは 15 秒 150 秒です。

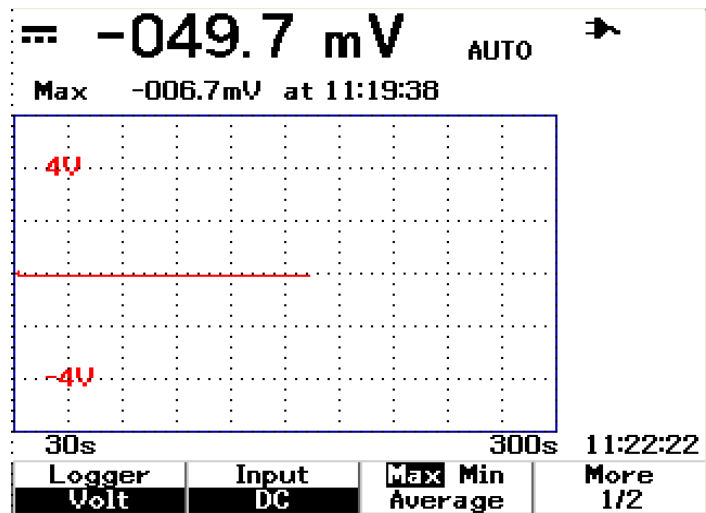



図 5-2 150 秒を超えると、グラフは自動的に画面の半分に圧縮され、タイムベースは 30 秒 300 秒に変化します。

データ・ロガー・モードの自動測定

データ・ロギング機能では、最小値、最大値、平均値の自動測定が可能です。これらのうち任意の測定をデータ記録用に選択できます。

リアルタイムの最小／最大測定値が、記録された時刻とともに表示されます。平均値は、最新の8個の読み値の算術平均値です。

この機能をオンにするには、各マルチメータ機能のサブメニューでF3を押します。

CSV 保存機能と間隔設定

この機能を使用すると、データを USB フラッシュ・ドライブに直接保存できます。この機能をオンにするには、以下の手順を実行します。

1 Logger を押してデータ・ロガー・モードにアクセスします。
2 F4 を押してデータ・ロガー・モードの 2/2 ページに移動します。
3 CSV 保存機能をオンにするには、F2 を押して開始オプションと停止オプションを切り替えます（以下の図 5-3 を参照）。最大 500 K バイトのデータを保存できます。
4 間隔設定を変更するには、F3 を繰り返し押してリストを下にスクロールし、値を選択します（以下の図 5-4 を参照）。

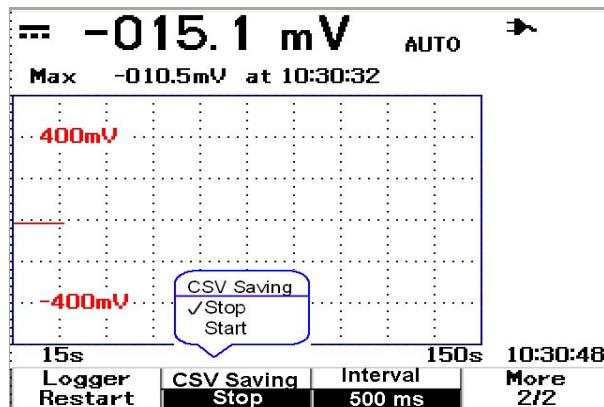



図 5-3 CSV 保存機能をオン

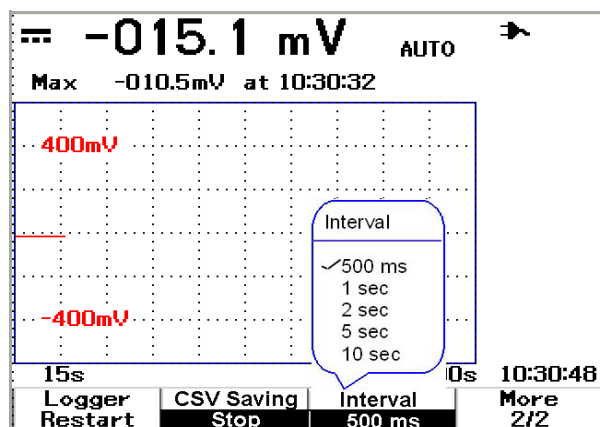



図 5-4　　間隔の設定

テストのリスタート

すでに捕捉された読み値をクリアして、最小値、最大値、平均値の計算を新たに開始することができます。この機能を有効にするには、F4を押して測定の記録をリスタートします。

6
サービスと保守

保証サービス　122
清掃　125
基本的なトラブルシューティングのヒント　125

保証サービス

標準保証（全世界）

3年間の保証期間中に測定器が故障した場合、Keysight Technologiesは保証条件に基づいて機器の修理または交換を行います。保証期間の終了後は、Keysightは手頃な価格で修理サービスを提供します。

この保証は、購入者による不適切あるいは不十分な保守、購入者が用意した製品またはインタフェース、無断の改造や使用の誤り、製品の環境仕様の範囲外での動作、不適切なサイト準備または保守から生じた故障には適用されません。

製品が故障した場合、計測お客様窓口にサービスをお申し込みください。窓口では機器の修理または交換の手配を行います。

保証、サービス、技術サポートをご希望の場合は、以下の電話番号で Keysight Technologiesにお問い合わせください。

米国:

（TEL）800 829 4444

（FAX）800 829 4433

カナダ：

（TEL）877 894 4414

（FAX）800 746 4866

中国:

（TEL）800 810 0189

（FAX）800 820 2816

ヨーロッパ:

（TEL）31 20 547 2111

日本:

（TEL）（81）426 56 7832

（FAX）（81）426 56 7840

韓国:

（TEL）（080）769 0800

（FAX）（080）769 0900

ラテン・アメリカ:

（TEL）（305）269 7500

台湾:

（TEL）0800 047 866

（FAX）0800 286 331

その他のアジア太平洋諸国:

（TEL）（65）6375 8100

（FAX）（65）6755 0042

あるいは、次のWebリンクからKeysightの連絡先を参照してください。

www.keysight.com/find/contactus

アクセサリ保証

Keysightでは、製品のアクセサリに対して、エンドユーザによる受領日から最大3ヶ月の保証を提供します。

標準校正サービス（オプション）

Keysightでは、エンドユーザによる受領日から3年間の校正サービス契約をオプションで提供します。

サービスのためのKeysight Technologiesへの測定器の返送

修理または交換のために測定器を発送する前に、計測お客様窓口へ送付手順についてお問い合わせすることをお勧めします。輸送の際に製品を保護するために、送付手順を明確に理解しておくことが重要です。

1 以下の情報をタグに記入し、製品に添付します。
   - 所有者の氏名と住所
   - 測定器のモデル番号
   - 測定器のシリアル番号
   - 必要なサービスまたは故障の現象の説明
2 測定器からすべてのアクセサリを取り外します。

   故障の症状に無関係なアクセサリは送付しないでください。
3 測定器をポリ袋または厚い紙で包んで保護します。
4 発泡スチロールなどの緩衝材の中に測定器を入れ、丈夫な輸送用カートンに収めます。

   元の梱包材を使用するか、計測お客様窓口に梱包材を注文されることをお勧めします。どちらも不可能な場合は、8〜10 cmの静電気を生じない緩衝材を測定器の周囲に配置し、輸送中に測定器が動かないようにします。
5 輸送用カートンにしっかりと封をします。
6 輸送用カートンに「壊れ物」と表示します。

   以降のご連絡の際には、測定器のモデル番号とシリアル番号全体をお知らせください。

Keysightでは、輸送に保険をかけることをお勧めします。

清掃

測定器の清掃が必要な場合、以下の注意事項を守ってください。

- 測定器の電源を切り離します。
- 糸くずの出ない柔らかい布を軽く湿らせて、測定器の外部を清掃します。
- 必ず測定器が完全に乾いてから電源に接続してください。

清掃の際に分解は不要であり、推奨されません。

基本的なトラブルシューティングのヒント

このセクションでは、測定器の使用時に発生する可能性がある一般的な問題の解決のヒントを記します。以下の事態が発生した場合、その下の項目を確認してください。

- 画面が表示されない場合

✔ フロント・パネルの電源スイッチがオンになっていることを確認します。

✔ 電池の状態を確認します。電池が消耗している場合は充電します。

✔ 必要な場合、計測お客様窓口に連絡して技術サポートを受けてください。

- トレースが表示されない場合

✔ フロントパネルの Save/Recall Run/Stop ボタンを押して工場デフォルト設定をリコールします。F1を押してSave/Load Setupメニューに入り、ページ1/4で、F1を押して工場デフォルト設定を復元します。

✔ オシロスコープのプローブ・リード・ワイヤがコネクタ・アセンブリにしっかりと差し込まれ、プローブ・クリップがプローブ・リード・ワイヤとしっかり接触していることを確認します。

✔ 被試験回路の電源がオンになっており、プローブ・クリップが被試験回路のテスト・ポイントにしっかり接続され、グランドが接続されていることを確認します。

✔ Autoscaleボタンを押して、測定器が自動的に信号をトリガし、最適な表示を行うようにします。

✔ 必要な場合、計測お客様窓口に連絡して技術サポートを受けてください。

- トレース表示が異常または予期しないものだった場合

✔ 水平時間/divが、入力信号の予測される周波数レンジに対して正しく設定されていることを確認します。

✔ すべてのオシロスコープ・プローブが被試験回路の正しい信号に接続され、グランド・リードが被試験回路のグランドにしっかりと接続されていることを確認します。

✔ トリガ・セットアップは、必要な信号を捕捉するための最も重要な要素です。トリガ・セットアップが正しいことを確認します。

✔ Displayメニューの無限持続表示がオフになっていることを確認します。Clear Displayを押して表示を消去します。

✔ Autoscaleボタンを押して、測定器が自動的に信号をトリガし、最適な表示を行うようにします。

✔ 必要な場合、計測お客様窓口に連絡して技術サポートを受けてください。

- チャネルが表示されない場合

✔ フロント・パネルの Save/Recall (Run/Stop) ボタンを押して工場デフォルト設定をリコールします。F1を押してSave/Load Setupメニューに入ります。ページ1/4で、F1を押して工場デフォルト設定を復元します。

✔ オシロスコープ・プローブが入力コネクタにしっかりと接続されていることを確認します。

✔ オシロスコープのプローブ・リード・ワイヤがコネクタ・アセンブリにしっかりと差し込まれ、プローブ・クリップがプローブ・リード・ワイヤとしっかり接触していることを確認します。

✔ 被試験回路の電源がオンになっており、プローブ・クリップが被試験回路のテスト・ポイントにしっかり接続され、グランドが接続されていることを確認します。

✔ 対応するオシロスコープ・チャネルがオンになっていることを確認します。

✔ Autoscaleボタンを押して、測定器にすべてのチャネルを自動的にセットアップさせます。

✔ 必要な場合、計測お客様窓口に連絡して技術サポートを受けてください。

注　記　測定器が全く反応しない場合、計測お客様窓口までお問い合わせください。

7
性能試験

テスト機器のリスト 131
オシロスコープ性能検証試験 133
マルチメータ性能検証試験 141
自己校正 148
自己校正エラー・コード 149

このセクションでは、性能試験の手順を記述します。測定器の動作を検証し、測定器が性能仕様を満たすことを確認するためのテストを実行する方法を説明します。このセクションは、オシロスコープ性能試験とマルチメータ性能試験の 2 つのセクションに分かれています。

性能試験間隔

このセクションに記述する性能試験は、受け入れ検査の際に実行できるほか、オシロスコープが仕様内で動作していることを確認するために定期的に実行することをお勧めします。推奨されるテスト間隔は、1年に1回、または2000時間の動作後です。修理またはメジャー・アップグレードの後にも、性能試験を実行してください。

性能試験レコード

テスト・レコード・フォームが「Keysight U1602B/U1604Bハンドヘルド・デジタル・オシロスコープ・テスト・レコード 152」に用意されています。このレコードには、性能試験、テスト・リミット、テスト結果を記録する列があります。

テスト前のウォームアップ

正確なテスト結果を得るには、テスト前に測定器とテスト機器を30分間ウォームアップして、自己校正を実行します。自己校正の詳細については、「自己校正 148」を参照してください。

注 記

自己校正の後の性能テストでフェールが発生した場合は、修理のために最寄りのKeysightサービス・センターまで測定器をお送りください。

テスト機器のリスト

オシロスコープ性能検証用の推奨されるテスト機器を以下に示します。

表7-1　オシロスコープ性能試験用のテスト機器のリスト

アプリケーション	機器	重要な仕様	推奨機器
電圧測定確度	キャリブレータ／電源	5 mV～35 VDC、0.1 mV分解能	Fluke 5520A
	デジタル・マルチメータ	0.01%を超える確度	Keysight 34,401A
	ケーブル	BNC、数量2	Keysight 10503A
	ショート・キャパシタ	BNC	Keysight 1250-0774
	アダプタ	BNC（メス）／バナナ（オス）	Keysight 1251-2277
	アダプタ	BNCティー（オス）（メス）（メス）	Keysight 1250-0781
帯域幅	キャリブレータ	—	Fluke 5520A
	フィードスルー	50&、BNCコネクタ（オス）および（メス）	Keysight 11048C
	ケーブル	N型（オス）、24インチ	Keysight 11,500B
水平タイムベース確度	キャリブレータ	1/2時間後に5 ppm	Fluke 5520A
	フィードスルー	50&、BNCコネクタ（オス）および（メス）	Keysight 10503A
	ケーブル	BNC、長さ3フィート	Keysight 11048C
トリガ感度	キャリブレータ	25 MHz、60 MHz、100 MHz正弦波	Fluke 5520A
	電源スプリッタ	出力の違いが0.15 dB未満	Keysight 11,667B
	ケーブル	BNC、数量3	Keysight 10503A
	アダプタ	N（オス）／BNC（メス）、数量3	Keysight 1250-0780
	フィードスルー	50&、BNCコネクタ（オス）および（メス）、数量2	Keysight 11048C

マルチメータ性能検証用の推奨されるテスト機器を以下に示します。

表7-2 マルチメータ性能試験用のテスト機器のリスト

アプリケーション	推奨機器
DC電圧	Fluke 5520A
AC電圧	Fluke 5520A
抵抗	Fluke 5520A
キャパシタンス	Fluke 5520A
ダイオード・テスト	Fluke 5520A
導通	Fluke 5520A

オシロスコープ性能検証試験

性能試験は、チャネルの測定確度と収集システムを検証することにより、測定器の機能と確度を確認するものです。性能検証試験は、「第9章 仕様と特性」に記載された測定器の仕様に基づいて行われます。

電圧測定確度検証試験

このテストは、電圧測定確度を検証します。このテストでは、電源の出力を測定器のデュアル・カーソル* で測定し、結果をマルチメータの読み値と比較します。

テスト・リミット: 50 mV/div～100 V/div±フル・スケールの3%†

5 mV/div～20 mV/div±フル・スケールの5%†

この電圧測定確度検証試験に必要な機器については、表7-1を参照してください。チャネル1に対して次の手順を実行した後、同じ手順をチャネル2に対して繰り返します。

1 測定器をセットアップします。
- V/divを、表7-3の1行目に記された値に設定します。

* デュアル Y カーソル測定の手順は、70 ページに記載されています。

† すべてのレンジのフル・スケールは、8 目盛りに V/div 設定を乗じたものです。

表7-3 電圧測定確度の検証に用いられる設定

V/div	電源設定	最小テスト・リミット	最大テスト・リミット
100 V/div	250 V	226 V	274 V
50 V/div	250 V	238 V	262 V
20 V/div	120 V	115.2 V	124.8 V
10 V/div	60 V	57.6 V	62.4 V
5 V/div	30 V	28.8 V	31.2 V
2 V/div	12 V	11.52 V	12.48 V
1 V/div	6 V	5.76 V	6.24 V
0.5 V/div	3 V	2.88 V	3.12 V
0.2 V/div	1.2 V	1.152 V	1.248 V
100 mV/div	600 mV	576 mV	624 mV
50 mV/div	300 mV	288 mV	312 mV
20 mV/div	120 mV	112 mV	128 mV
10 mV/div	60 mV	56 mV	64 mV
5 mV/div	30 mV	28 mV	32 mV

- 測定器のUserモードを選択し、F2ソフトキーを押してAcquireモードを選択します。F1を押してAverage収集モードを選択します。ロータリ・スイッチを回して、アベレージ数8（Avg 8）を選択します。ロータリ・スイッチを押して値を設定します。
- 測定器でScopeモードを選択し、F3を押してDelayメニューにアクセスします。Delayメニューのページ1/2で、F3を押してタイムベースYTを設定します。
- Time を押し、時間を200 µsに設定します。
- チャネル・オフセットの位置を－3 divに移動します *（これは、入力信号全体がフル・レンジで表示できるようにするためです）。*

2 キャリブレータをスタンバイ（STBY）モードにします。

3 図7-1のように、BNCティーとケーブルを使って、キャリブレータ／電源を測定器とマルチメータに接続します。

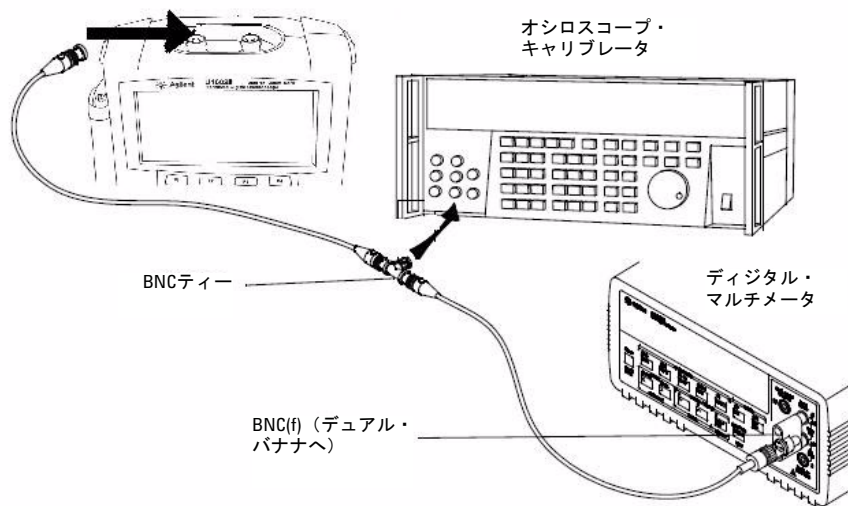



図7-1　キャリブレータから測定器／デジタル・マルチメータへのテスト接続

4 Yカーソルをオンにし、Y1カーソルを信号トレースに合わせます。
5 キャリブレータの出力を調整し、マルチメータの読み値を観察します。
6 測定値が安定するまで数秒間待ちます。Y2カーソルを更新された信号トレースに合わせます。
7 測定器とマルチメータに表示された測定結果（デルタ）を、表 7-3 に示す対応するテスト・リミットと比較します。
8 表7-3の残りのV/div設定について、電圧測定確度のチェックを続けます。
9 すべての電源設定値のチェックが終わったら、オシロスコープから電源を切り離します。
10 同じ検証手順をチャネル2に対しても繰り返します。

帯域幅検証試験

このテストは、測定器の帯域幅を検証します。このテストでは、オシロスコープ・キャリブレータを使って、1 MHzおよび帯域幅周波数（20 MHzおよび40 MHz）の正弦波信号を出力します。p-p電圧を使って、測定器の帯域幅応答を検証します。

U1602B

テスト・リミット≥ –3 dB；20 MHzにて（全チャネル）

U1604B

テスト・リミット≥ –3 dB；40 MHzにて（全チャネル）

この帯域幅検証試験に必要な機器については、表7-1を参照してください。

注　記 **オシロスコープ・キャリブレータには、2本以上の同軸ケーブル（N（オス）、BNC（オス）、長さ1 m、Fluke P/N 686318）が付属しています。**

1 キャリブレータ出力を50 Ωのフィードスルー終端を通じて測定器の入力チャネル1に接続します。
2 測定器をセットアップします。
   - タイムベースを500 ns/divに設定します。
   - チャネル1のV/divを200 mV/divに設定します。
   - 測定器のUserモードを選択し､F2ソフトキーを押してAcquireモードを選択します。
   - F1を押してAverage収集モードを選択します。ロータリ・スイッチを回して、アベレージ数8（Avg 8）を選択します。ロータリ・スイッチを押して値を設定します。
3 キャリブレータを"Level Sine"に設定し、OPR/STBYを"OPR"に設定します。キャリブレータを1 MHz、振幅6 divに設定します。
4 測定器のAutoscaleを押します。
5 Measureモードを選択し、F1を押して測定1の自動測定の選択を有効にします。ロータリ・スイッチを回して、自動測定のリストからp-p電圧（Pk-Pk）測定を選択します。

測定値が安定するまで数秒間待ちます。

6 測定行表示のPk-Pk読み値を観察します。読み値を記録します。Vp-p = _______ V（「Keysight U1602B/U1604Bハンドヘルド・デジタル・オシロスコープ・テスト・レコード 152」を参照）。

7 信号発生器の周波数を、下に示す各測定器に対応する値に変更します。

表7-4 信号発生器の周波数設定

選択されたチャネル	U1602B	U1604B
チャネル1	20 MHz	40 MHz
チャネル2	20 MHz	40 MHz

8 タイムベースを50 ns/divに変更します。

9 測定値が安定するまで数秒間待ちます。

10 測定行表示のPk-Pk読み値を観察します。

11 読み値を記録します。Vp-p = ______ mV

12 次の式を使って帯域幅応答（dB）を計算します。

$20\log_{10}$ [ステップ #11からの読み値／ステップ #6からの読み値]

13 ステップ12の結果は、-3.0 dB以上または同等の範囲内になければなりません。

14 ケーブルをチャネル1入力からチャネル2入力に移し、チャネル2に対して同じ検証手順を繰り返します。

水平Δtおよび1/Δt確度検証試験

このテストでは、水平Δtおよび1/Δt確度を検証します。このテストでは、オシロスコープを使ってタイム・マーク・ジェネレータの出力を測定します。

テスト・リミット: 読み値の± 3%, 画面の± 0.4%

この水平Δtおよび1/Δt確度検証試験に必要な機器については、表7-1を参照してください。

1 キャリブレータを50 Ωのフィードスルー終端を使って測定器のチャネル1に接続します。
2 信号源をセットアップします。
   - キャリブレータでMarkerを選択します。
   - キャリブレータを100 μsマーカに設定します。
   - キャリブレータでスパイク波形を設定します。
3 オシロスコープをセットアップします。
   - Autoscaleキーを押します。
   - タイムベースを20 μs/divに設定します。
   - Scopeモードを選択し、F3を押してDelayメニューにアクセスします。
   - F2でTime ReferenceをLeftに設定します。
   - トリガ・レベルを調整して安定した表示を実現します。
4 Measureモードを選択し、F1を押して測定1の自動測定の選択を有効にします。ロータリ・スイッチを回して、自動測定のリストからFrequency測定を選択します。測定2をPeriod測定に設定します。次の測定を行います。
   - 10 kHzの周波数。テスト・リミットは9.63 kHz～10.4 kHz。
   - 100 μsの周期。テスト・リミットは96.2 μs～103.8 μs。

5 キャリブレータを1 μsマーカに変更し、タイムベースを250 ns/divに変更します。トリガ・レベルを調整して安定した表示を実現します。

6 次の測定を行います。

- 1 MHzの周波数。テスト・リミットは962 kHz〜1.04 MHz。
- 1 μsの周期。テスト・リミットは0.96 μs〜1.04 μs。

U1602B

1 キャリブレータを50 nsマーカに変更し、タイムベースを50 ns/divに変更します。トリガ・レベルを調整して安定した表示を実現します。

2 次の測定を行います。

- 20 MHzの周波数。テスト・リミットは18.69 MHz〜21.51 MHz。
- 50 nsの周期。テスト・リミットは46.5 ns〜53.5 ns。

U1604B

1 キャリブレータを25 nsマーカに変更し、タイムベースを10 ns/divに変更します。トリガ・レベルを調整して安定した表示を実現します。

2 次の測定を行います。

- 40 MHzの周波数。テスト・リミットは38.24 MHz〜41.93 MHz。
- 25 nsの周期。テスト・リミットは23.85 ns〜26.15 ns。

トリガ感度検証試験

このテストは、トリガ感度を検証します。このテストでは、測定器に正弦波を供給し、信号の振幅を指定されたレベルまで下げます。それでもオシロスコープがトリガするかどうかを確認します。その後、同じ手順を各モデルの上の帯域幅リミットでも繰り返します。

トリガのテスト・リミット:

- 0.8 divで5 MHz
- 1 divで20 MHzおよび40 MHz

このトリガ感度検証試験に必要な機器については、表7-1を参照してください。

1 キャリブレータを50 ?のフィードスルーを使ってオシロスコープ入力のチャネル1に接続します。

2 5 MHz、0.8目盛りでトリガ感度を検証します。
   - キャリブレータを“Level Sine”に設定し、OPR/STBYを“OPR”モードにします。
   - キャリブレータの出力を5 MHz、振幅を100 mVp-pに設定します。
   - Autoscaleキーを押します。
   - タイムベースを50 ns/divに設定します。
   - チャネル1を100 mV/divに設定します。
   - 0.5垂直軸目盛りの信号が表示されるまで、キャリブレータの出力信号を下げます。
   - 表示される波形が安定していれば、トリガは安定しています。トリガが安定しない場合、トリガ・レベルを調整してみてください。調整で波形が安定した場合、テスト結果は合格と見なされます。

3 最大帯域幅、1目盛りでトリガ感度を検証します。
   - キャリブレータの出力信号を、U1604Bの場合は40 MHz、U1602Bの場合は20 MHzに変更し、振幅を100 mVp-pに設定します。
   - Autoscaleキーを押します。
   - タイムベースを10 ns/divに設定します。
   - 1垂直軸目盛りの信号が表示されるまで、キャリブレータの出力を下げます。
   - 表示される波形が安定していれば、トリガは安定しています。トリガが安定しない場合、トリガ・レベルを調整してみてください。調整で波形が安定した場合、テスト・カウントは合格と見なされます。

4 同じ検証手順をチャネル2に対しても繰り返します。

マルチメータ性能検証試験

性能検証試験によって、測定器のマルチメータ測定性能を確認します。性能検証試験は、「第8章 仕様と特性」に記載された測定器の仕様に基づいて行われます。

警　告

一部の検証試験では高電圧を使用するので、サービスマンによるテストの実行を推奨します。

感電事故や怪我を避けるため、検証試験を開始する前に必ずキャリブレータをスタンバイ（STBY）モードにしてください。

DC電圧検証試験

1. キャリブレータをスタンバイ（STBY）モードにします。
2. 測定器のMeterモードを選択し、F1ソフトキーを押してVolt Meterを選択します。
3. F1を押してDC Voltage測定を選択します。
4. キャリブレータをバナナ・プラグを使って測定器の入力とグランド端子に図7-2のように接続します。
5. 各機能とレンジを表7-5に示す順序で選択し、下の表7-5に示す値をキャリブレータから印加します。
6. 測定結果を、表7-5に示す対応するテスト・リミットと比較します。

表7-5 DC電圧検証試験

キャリブレータ電圧	機能	レンジ	最小リミット	最大リミット
600 mV	DC電圧	600 mV	597.7 mV	602.3 mV
6 V		6 V	5.977 V	6.023 V
30 V		60 V	29.86 V	30.14 V
60 V		60 V	59.77 V	60.23 V
600 V		600 V	597.7 V	602.3 V

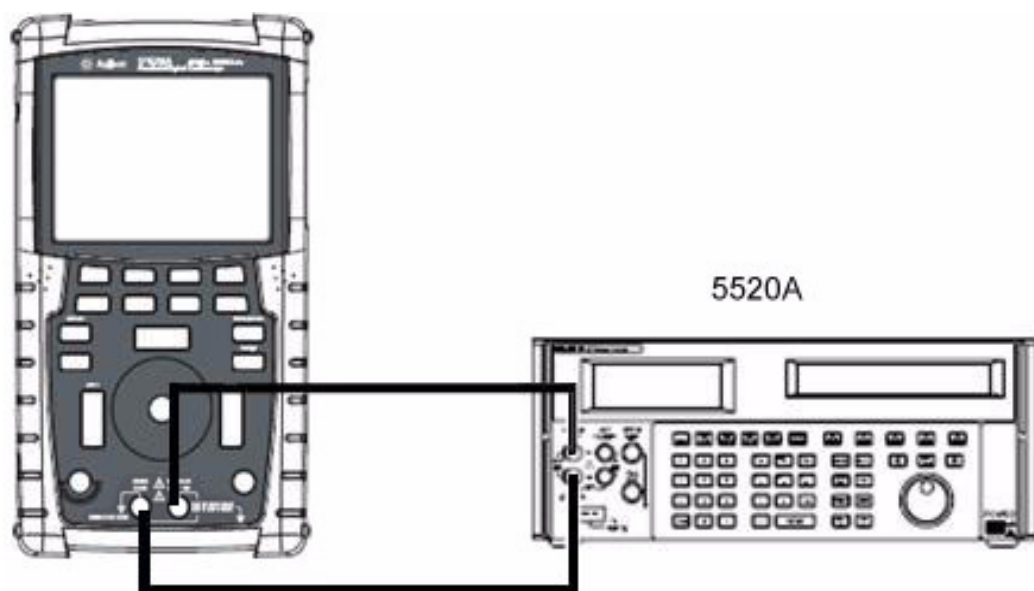



図7-2 キャリブレータから測定器へのテスト接続

AC電圧検証試験

1 キャリブレータをスタンバイ（STBY）モードにします。
2 測定器のMeterモードを選択し、F1ソフトキーを押してVoltmeterを選択します。
3 F1を押してAC電圧測定を選択します。
4 キャリブレータをバナナ・プラグを使って測定器の入力とグランド端子に図7-2のように接続します。
5 各機能とレンジを表7-6に示す順序で選択します。下の表7-6に示す値をキャリブレータから印加します。
6 測定結果を、表7-6に示す対応するテスト・リミットと比較します。

表7-6 AC電圧検証試験

キャリブレータ電圧	キャリブレータ周波数	レンジ	最小リミット	最大リミット
6 V	1kHz	6 V	5.928 V	6.072 V
6 V	30 kHz	6 V	5.808V	6.192 V
60 V	1 kHz	60 V	59.28 V	60.72 V
60 V	30 kHz	60 V	58.08 V	61.92 V
300 V	50 Hz	600 V	295.80 V	304.2 V
540 V	1 kHz	600 V	533.40 V	546.60 V
590 V	10 kHz	600 V	571.1 V	608.9 V

抵抗検証試験

1 キャリブレータをスタンバイ（STBY）モードにします。
2 測定器のMeterモードを選択し、F2ソフトキーを押してOhmmeterを選択します。
3 F1を押して抵抗測定を選択します。
4 キャリブレータをバナナ・プラグを使って測定器の入力とグランド端子に図7-2のように接続します。
5 各機能とレンジを表7-7に示す順序で選択します。下の表7-7に示す値をキャリブレータから印加します。
6 測定結果を、表7-7に示す対応するテスト・リミットと比較します。

表7-7 抵抗検証試験

キャリブレータ設定	機能	レンジ	最小リミット	最大リミット
600 Ω	2線式抵抗	600 Ω	595.8 Ω	604.2 Ω
6 kΩ		6 kΩ	5.958 kΩ	6.042 kΩ
60 kΩ		60 kΩ	59.58 kΩ	60.42 kΩ
600 kΩ		600 kΩ	595.8 kΩ	604.2 kΩ
3 MΩ		6 MΩ	2.973 MΩ	3.027 MΩ
6 MΩ		6 MΩ	5.958 MΩ	6.042 MΩ
60 MΩ		60 MΩ	59.28 MΩ	60.72 MΩ

キャパシタンス検証試験

1 キャリブレータをスタンバイ（STBY）モードにします。
2 測定器のMeterモードを選択し、F2ソフトキーを押してOhmmeterを選択します。
3 F1を押してキャパシタンス測定を選択します。
4 キャリブレータをバナナ・プラグを使って測定器の入力とグランド端子に図7-2のように接続します。
5 各機能とレンジを表7-8に示す順序で選択します。下の表7-8に示す値をキャリブレータから印加します。
6 測定結果を、表7-8に示す対応するテスト・リミットと比較します。

表7-8　キャパシタンス検証試験

キャリブレータ設定	機能	レンジ	最小リミット	最大リミット
60 nF	キャパシタンス	60 nF	58.68 nF	61.32 nF
600 nF		600 nF	586.8 nF	613.2 nF
6 μF		6 μF	5.868 μF	6.132 μF
36 μF		60 μF	35.16 μF	36.84 μF
60 μF		60 μF	58.68 μF	61.32 μF
300 μF		300 μF	293.4 μF	306.6 μF

ダイオード検証試験

1 キャリブレータをスタンバイ（STBY）モードにします。
2 測定器のMeterモードを選択し、F2ソフトキーを押してOhmmeterを選択します。
3 F1を押してダイオード・テストを選択します。
4 キャリブレータをバナナ・プラグを使って測定器の入力とグランド端子に図7-2のように接続します。
5 各機能とレンジを表7-9に示す順序で選択します。下の表7-9に示す値をキャリブレータから印加します。
6 測定結果を、表7-9に示す対応するテスト・リミットと比較します。

表7-9 ダイオード検証試験

キャリブレータ電圧	機能	最小リミット	最大リミット
0.9 V	ダイオード	0.8812 V	0.9188 V

導通検証試験

1 キャリブレータをスタンバイ（STBY）モードにします。
2 測定器のMeterモードを選択し、F2ソフトキーを押してOhmmeterを選択します。
3 F1を押して導通テストを選択します。
4 キャリブレータをバナナ･プラグを使って測定器の入力とグランド端子に図7-2のように接続します。
5 キャリブレータから30 Ωの抵抗出力を印加します。ブザーが鳴るはずです。
6 キャリブレータから75 Ωの抵抗出力を印加します。ブザーが鳴らないはずです。

自己校正

自己校正では、内部セルフ・アライメント・ルーチンを使って、チャネル感度、オフセット、トリガ・パラメータに影響する信号経路が最適化されます。自己校正は以下の場合に実行することをお勧めします。

- 12ヶ月ごと、または2000時間の動作後
- 周囲温度が校正温度から10℃より大きく変化した場合
- 測定確度を最大化したい場合
- 異常動作が発生した場合
- 修理後に正しい動作を確認するため

警　告　**測定器の入力端子のすべてのプローブおよびメータ接続を取り外します。自己校正を実行する前に、測定器を30分以上ウォームアップします。**

自己校正を開始するには、以下の手順を実行します。

1 User ボタンを押してF4ソフトキーのUtilityモードにアクセスします。
2 Utilityモードのページ3/4で、F1を押して自己校正を開始します。

自己校正ダイアログ・ボックスが表示され、測定器のすべての入力接続を取り外してから、F1を押して自己校正を開始してくださいというメッセージが表示されます。

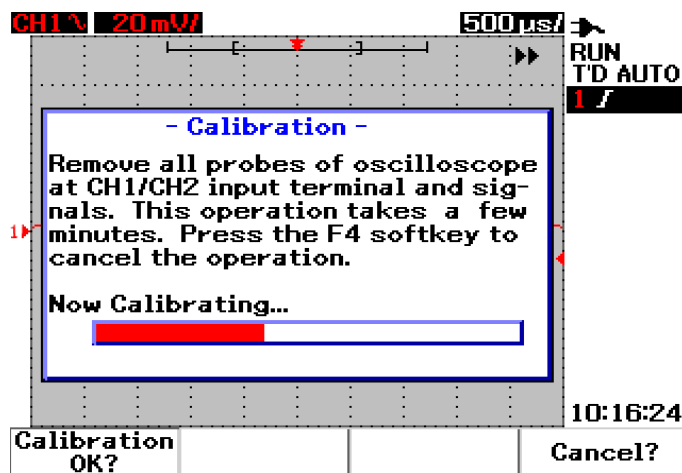
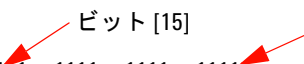



図7-3　自己校正ダイアログ・ボックス

自己校正エラー・コード

以下のエラー・コードは、測定器の自己校正中に発生する可能性がある不具合を示します。

表7-10　自己校正エラー・コード

オフセット・エラー	ビット番号	説明
TE4	[14]	パターン・トリガでのチャネル2の2番目の入力ソースでのトリガ・レベル校正エラー。
TE3	[13]	パターン・トリガでのチャネル1の2番目の入力ソースでのトリガ・レベル校正エラー。
TE2	[12]	DCトリガ結合でのチャネル2のトリガ・ソースでのトリガ・レベル校正エラー。
TE1	[11]	両方のチャネルのACトリガ結合のトリガ・レベル校正エラー。
TE0	[10]	DCトリガ結合でのチャネル1のトリガ・ソースでのトリガ・レベル校正エラー。
OE9	[9]	チャネル2のオフセット利得校正エラー。
OE8	[8]	チャネル1のオフセット利得校正エラー。
OE7	[7]	チャネル2の5 mV/div～20 mV/divレンジでのゼロ・オフセット校正エラー。
OE6	[6]	チャネル1の5 mV/div～20 mV/divレンジでのゼロ・オフセット校正エラー。
OE5	[5]	チャネル2の50 mV～100 V/divレンジでの第2ゼロ・オフセット校正エラー。
OE4	[4]	チャネル1の50 mV～100 V/divレンジでの第2ゼロ・オフセット校正エラー。
OE3	[3]	チャネル2の125 ns/divでの第1ゼロ・オフセット校正エラー。
OE2	[2]	チャネル1の125 ns/divでの第1ゼロ・オフセット校正エラー。
OE1	[1]	チャネル2の次の条件での第1ゼロ・オフセット校正エラー。 • 125 ns/div以外のタイム・ベース・スケール • 両方のチャネルを125 ns/divで使用している場合
OE0	[0]	チャネル1の次の条件での第1ゼロ・オフセット校正エラー。 • 125 ns/div以外のタイム・ベース・スケール • 両方のチャネルを125 ns/divで使用している場合

注　記

- OE: ゼロ・オフセット校正エラー
- TE: トリガ・レベル校正エラー

自己校正エラー・コードは15ビット（表6-1の0～14のビット番号）あります。ビット番号は16進で、合格が“0”、不合格が“1”で表されます。以下に例を示します。

1 すべて合格した場合は、16進コード（0x0000）の代わりに“OK”が表示されます。

2 すべて不合格の場合は、0x7fffが表示されます。

3 TE3、TE4、OE2、OE3で複数のエラーが発生した場合、16進コード“0x600C”が自己校正結果として表示されます。

0000　0110　0000　0000　1100

0x　6　0　0　C　（16進コード）

Keysight U1602B/U1604Bハンドヘルド・デジタル・オシロスコープ・テスト・レコード

シリアル番号 ______________________　　テスト担当者 ______________
テスト間隔 ______________________　　作業指示番号 ______________
次回推奨試験 ______________________　　温度 ______________

オシロスコープ性能検証試験

電圧測定確度

V/div	電源設定	テスト・リミット	チャネル1	チャネル2
100 V/div	250 V	226 V～274 V	______	______
50 V/div	250 V	238 V～262 V	______	______
20 V/div	140 V	135.2 V～144.8 V	______	______
10 V/div	70 V	67.6 V～72.4 V	______	______
5 V/div	35 V	33.8 V～36.2 V	______	______
2 V/div	14 V	13.52 V～14.48 V	______	______
1 V/div	7 V	6.76 V～7.24 V	______	______
0.5 V/div	3.5 V	3.38 V～3.62 V	______	______
0.2 V/div	1.4 V	1.352 V～1.448 V	______	______
0.1 V/div	700 mV	676 mV～724 mV	______	______
50 mV/div	350 mV	338 mV～362 mV	______	______
20 mV/div	140 mV	132 mV～148 mV	______	______
10 mV/div	70 mV	66 mV～74 mV	______	______
5 mV/div	35 mV	33 mV～37 mV	______	______

帯域幅

モデル	テスト・リミット	チャネル1	チャネル2
U1602B	DC ～ 20 MHzで±3 dB	______	______
U1602B	DC ～ 40 MHzで±3 dB	______	______

水平タイムベース確度

モデル	キャリブレータ設定	テスト・リミット	結果
U1602B	周波数: 10 kHz	9.63 kHz～10.4 kHz	______
	周期: 100 μs	96.2 μs～103.8 μs	______
	周波数: 1 MHz	962 kHz～1.04 MHz	______
	周期: 1 μs	0.96 μs～1.04 μs	______
	周波数:20 MHz	18.69 MHz～21.51 MHz	______
	周期: 50 ns	46.5 ns～53.5 ns	______

U1604B	周波数: 10 kHz	9.63 kHz～10.4 kHz	________
	周期: 100 μs	96.2 μs～103.8 μs	________
	周波数: 1 MHz	962 kHz～1.04 MHz	________
	周期: 1 μs	0.96 μs～1.04 μs	________
	周波数: 40 MHz	38.24 MHz～41.93 MHz	________
	周期:25 ns	23.85 ns～26.15 ns	________

トリガ感度

キャリブレータ設定	テスト・リミット	チャネル1	チャネル2
100 mVp-p、5 MHz	0.8目盛り、5 MHz	[PASS/FAIL]	[PASS/FAIL]
100 mVp-p、20 MHz	1目盛り、20 MHz	[PASS/FAIL]	[PASS/FAIL]
100 mVp-p、40 MHz	1目盛り、40 MHz	[PASS/FAIL]	[PASS/FAIL]

マルチメータ性能検証試験

DC電圧検証試験

キャリブレータ電圧	レンジ	テスト・リミット	結果
600 mV	600 mV	597.7 mV～602.3 mV	________
6 V	6 V	5.977 V～6.023 V	________
30 V	60 V	29.86 V～30.14 V	________
60 V	60 V	59.77 V～60.23 V	________
600 V	600 V	597.7 V～602.3 V	________

AC電圧検証試験

キャリブレータ電圧	レンジ	テスト・リミット	結果
6 V、1 kHz	6 V	5.928 V～6.072 V	________
6 V、30 kHz	6 V	5.808 V～6.192 V	________
60 V、1 kHz	60 V	59.28 V～60.72 V	________
60 V、30 kHz	60 V	58.08 V～61.92 V	________
300 V、50 Hz	600 V	295.80 V～304.20 V	________
540 V、1 kHz	600 V	533.40 V～546.60 V	________
590 V、10 kHz	600 V	571.1 V～608.9 V	________

抵抗検証試験（2線式抵抗）

キャリブレータ設定	レンジ	テスト・リミット	結果
600 Ω	600 Ω	595.8 Ω～604.2 Ω	________
6 kΩ	6 kΩ	5.958 kΩ～6.042 kΩ	________
60 kΩ	60 kΩ	59.58 kΩ～60.42 kΩ	________
600 kΩ	600 kΩ	595.8 kΩ～604.2 kΩ	________
3 MΩ	6 MΩ	2.973 MΩ～3.027 MΩ	________
5.958 MΩ	6 MΩ	2.973 MΩ～6.042 MΩ	________
60 MΩ	60 MΩ	59.28 MΩ～60.72 MΩ	________

キャパシタンス検証試験

キャリブレータ設定	レンジ	テスト・リミット	結果
60 nF	60 nF	58.68 nF～61.32 nF	________
600 nF	600 nF	586.8 nF～613.2 nF	________
6 μF	6 μF	5.868 μF～6.132 μF	________
36 μF	60 μF	35.16 μF～36.84 μF	________
60 μF	60 μF	58.68 μF～61.32 μF	________
300 μF	300 μF	293.4 μF～306.6 μF	________

ダイオード検証試験

キャリブレータ電圧	テスト・リミット	結果
0.9 V	0.8812 V～0.9188 V	________

導通検証試験

キャリブレータ設定	確認条件	結果
30 Ω	ブザーオン（鳴る）	[PASS/FAIL]
75 Ω	ブザーオフ（鳴らない）	[PASS/FAIL]

8
一般的な分解

機械的分解　156
交換部品　168

この章では、測定器を分解し、交換アセンブリを取り付ける手順を説明します。測定器を再び組み立てるには、手順を逆に実行します。

下の図に示す部品は代表的なもので、実際の測定器では外観が異なる可能性があります。

取り外し可能なアセンブリは次のとおりです。

- スタンド
- バッテリ
- ハンドラ
- フロント・カバーとリア・カバー
- キーパッド
- システム・ボード
- LCDディスプレイ・ユニット

警　告　**感電の危険。測定器のカバーを外す作業は、危険について認識しているサービスマンだけが行うことができます。感電事故や怪我を防ぐため、カバーを外す前に必ず測定器から電源コードを抜いてください。電源スイッチをオフにしても、一部の回路は通電しており、電力が供給されています。3分以上待って測定器内のキャパシタが放電してから、分解を開始してください。**

注 意

電子部品への損傷を防ぐために

電子部品は、静電放電（ESD）により損傷されるおそれがあります。この章の手順を実行する際には、ESDに対して適切な注意を払ってください。最低でも、測定器を正しくアースされたESDマットに置き、正しくアースされたESDストラップを身につけてください。

機械的分解

測定器を分解するには、このセクションの手順を実行します。

警 告

測定器を分解した後には、メータ／オシロスコープ測定の確度を保証するために校正調整を実行する必要があります。測定器の校正調整を実行できるのは、資格のある修理技術者だけです。校正調整を受けるには、測定器をKeysightサービス・センターまで送付してください。

スタンドを取り外すには

1 測定器から電源コードとすべての接続を取り外します。
2 スタンドの両側の図8-1に示す部分をゆっくりと押して持ち上げます。

図8-1　矢印の方向に押してスタンドを取り外す

3 測定器のリア・パネルからスタンドを取り外します。

図8-2　測定器からスタンドを取り外す

バッテリ・パックを取り外すには

警　告

感電事故を防ぐため、測定器のすべての入力と電源コードを取り外してください。バッテリ・カバーを確実に取り付けるまで、測定器を操作しないでください。

測定器からバッテリ・パックを取り外すには、次の2つの方法があります。

- スタンドが取り付けられていない状態
- スタンドが取り付けられた状態（バッテリ交換の目的）

スタンドが取り付けられていない状態でバッテリ・パックを取り外すには、次の手順を実行した後、バッテリ取り外し手順を実行します。

- スタンドを取り外すには

1 図8-3に示す2つのネジを外します。

図8-3　バッテリ・カバーのネジを外す

2 バッテリ・カバーを開き、ピンセットを使ってプリント基板から3端子コネクタを引き抜きます。

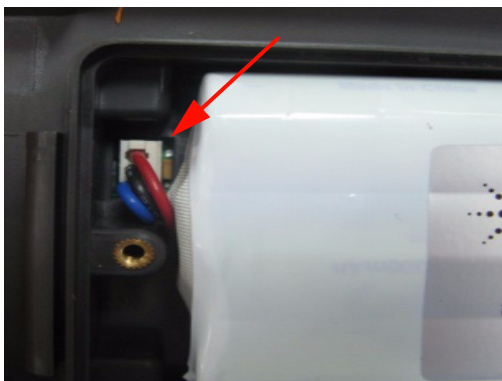



図8-4　ピンセットを使ってプリント基板から3端子コネクタを引き抜く

バッテリ・パックを交換するには

警　告

バッテリ交換の際の感電事故や火災を防ぐために:

- **ケースまたはバッテリ・ドアを開ける前に、テスト・リード、プローブ、電源を取り外してください。**
- **バッテリ・カバーを開けた状態で測定器を操作しないでください。**
- **必ず指定された絶縁プローブまたはリードを使用してください。**
- **交換バッテリは必ず7.2 V Ni-MHカスタム･パックを使用してください。**

バッテリ交換を行う場合、スタンドを取り外さずにバッテリ・パックを取り外すことができます。次の手順を実行します。

1 図8-3に示す2つのネジを外し、バッテリ・カバーを開けます。

図8-5　スタンドを取り外さずにバッテリ・パック・カバーを取り外す

2 図8-6に示すように、ピンセットを使って、スタンド穴を通してバッテリ・ピン・コネクタをゆっくりと引き抜きます。

図8-6　ピンセットを使って3端子コネクタを引き抜く

3 新しいバッテリ・パックを装着し、上記の手順を逆にたどってバッテリ・パックを取り付けます。

警 告

充電不可能なバッテリ（アルカリ電池、マンガン電池など）をACアダプタを接続して使用しないでください。

注 記

バッテリ交換の際には、新しいバッテリ・パックを正しい極性でバッテリ室に入れ、3端子コネクタをプリント基板に正しく接続するようにしてください。バッテリ・パックを測定器に取り付けるには、分解手順を逆にたどります。

ハンドラを取り外すには

1 次の手順を実行します。

- スタンドを取り外すには
- バッテリ・パックを取り外すには

2 フロント・カバーとリア・カバーを取り外すために、図8-7に示すすべての箇所のネジをプラスティック・カバーから外します。

図8-7 リア・カバーからネジを外す

3 フロント・パネルをゆっくりと上に持ち上げ、ハンドラ・フックをフック・クランプから外します。

図8-8 ハンドラを測定器から取り外す

フロント・カバーとリア・カバーを取り外すには

1 次の手順を実行します。

- スタンドを取り外すには
- バッテリ・パックを取り外すには
- ハンドラを取り外すには

2 上記2つの手順を実行した後、フロント・カバーとリア・カバーを測定器からゆっくりと取り外します。

3 マルチメータ入力端子から端子コネクタとワッシャを取り外します。測定器からAC電源コネクタを取り外し、再組み立てまで安全に保管しておきます。

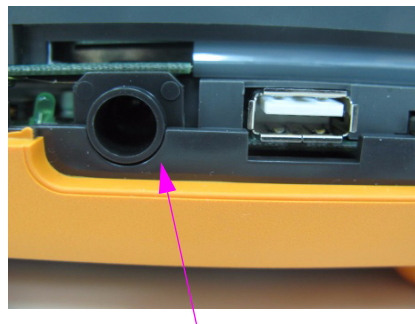
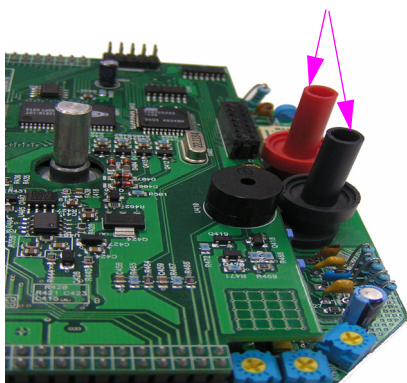
マルチメータ入力端子コネクタ

AC電源コネクタ

図8-9　上記の消耗部品を取り外して再組み立てまで保管

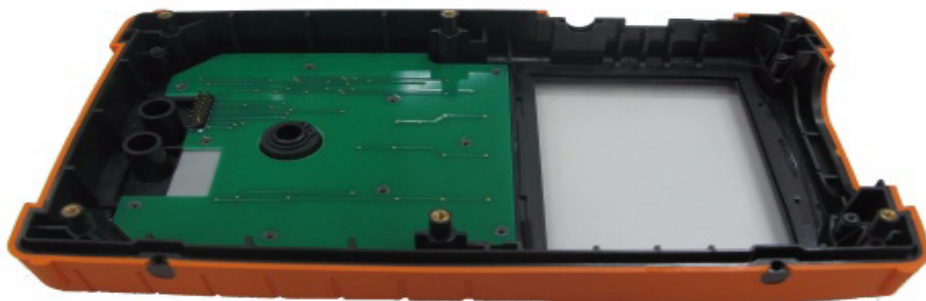



図8-10　フロント・カバー（右）とリア・カバー（左）を測定器のプリント基板から取り外す

キーパッドを取り外すには

1　次の手順を実行します。

- スタンドを取り外すには
- バッテリ・パックを取り外すには
- ハンドラを取り外すには
- フロント・カバーとリア・カバーを取り外すには

2　下の図8-11に示すネジを緩め、キーパッド・インタフェース・ボードを取り外します。

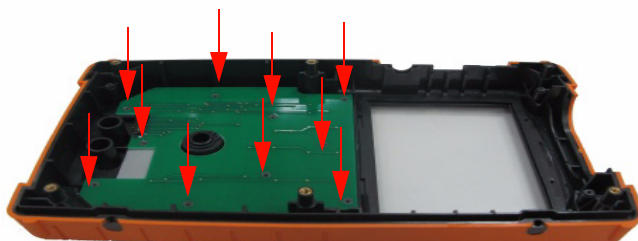



図8-11　フロント・カバーの10個のネジを外す

3　キーパッド・インタフェース・ボードを外し、フロント・カバーからゴムのキーパッドを引き抜きます。

図8-12　フロント・カバーからキーパッドを取り外す

システム・ボードを取り外すには

1　次の手順を実行します。

- スタンドを取り外すには
- バッテリ・パックを取り外すには
- ハンドラを取り外すには
- フロント・カバーとリア・カバーを取り外すには

2　図8-10はプリント基板を前面から見たところです。LCDディスプレイが下になるようにプリント基板を裏返し、図8-13に示す箇所のネジを外します。

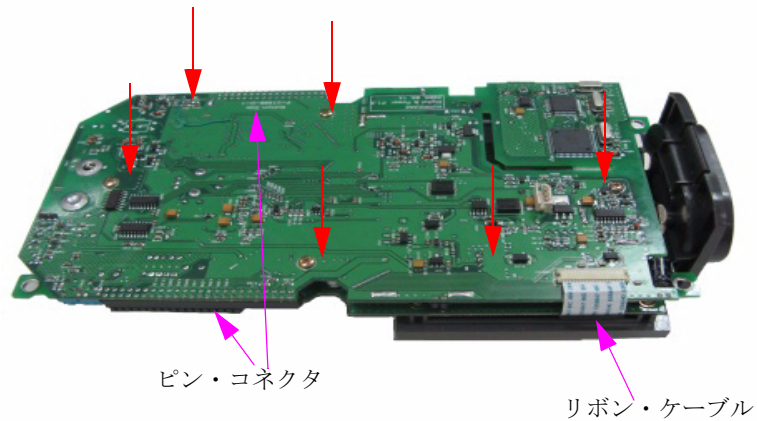



図8-13　6個のネジを外し、リボン・ケーブルをプリント基板から引き抜く

3　LDCディスプレイのリボン・ケーブルをプリント基板からゆっくりと引き抜きます。

4　図8-13に示すプリント基板の両側のピン・コネクタを抜きます。

5　2枚のプリント基板をゆっくりと分離します。

- LDCディスプレイが取り付けられている1枚目のプリント基板は、マルチメータ測定ボードです。
- もう1枚のプリント基板は、オシロスコープ測定ボードです。

LCDディスプレイを取り外すには

1 次の手順を実行します。

- スタンドを取り外すには
- バッテリ・パックを取り外すには
- ハンドラを取り外すには
- フロント・カバーとリア・カバーを取り外すには
- システム・ボードを取り外すには

2 図8-14に示す4つのネジを外します。

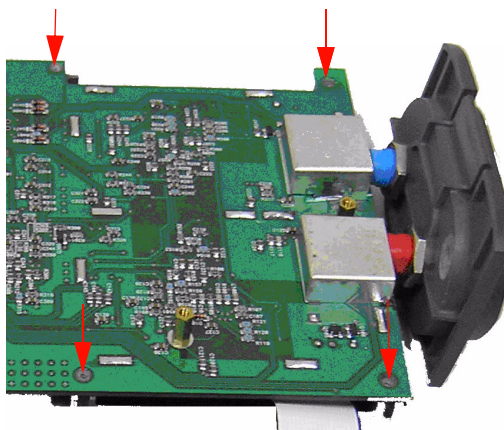



図8-14　4つのネジを外してLCDディスプレイ・ユニットを取り外す

注　記　測定器の再組み立てには、この章の手順を逆に実行します。

交換部品

このセクションでは、本器の交換部品の注文方法を記します。表8-1の交換部品リストには、各部品の簡単な説明と参照パーツ番号が記載されています。

交換部品は表8-1に示すパーツ番号でKeysightに注文できます。Keysightに交換部品を注文するには、次の手順を実行します。

1 計測お客様窓口に連絡します。
2 交換部品リストに記載されたKeysightパーツ番号で部品を指定します。
3 測定器のモデル番号とシリアル番号を伝えます。

表8-1　交換部品リスト

パーツ番号	説明
U1602-38300	キーパッド
U1602-46403	バッテリ・カバー
U1602-44702	スタンド
U1602-30004	ストラップ・ハンドル

注　記　この章に記載された部品の中には、フィールド交換部品として入手できないものもあります。

9
特性と仕様

仕様　170
特性　173
一般特性　178
環境条件　179
汚染度　179
測定カテゴリ　180
測定カテゴリの定義　180

この章には、Keysight U1602B および U1604B オシロスコープの仕様、特性、環境条件、測定カテゴリの一覧を示します。

仕様

すべての仕様は保証されています。仕様は、30分のウォームアップ後、ファームウェア校正温度から±10℃以内で有効です。

表9-1 保証される仕様

オシロスコープ仕様	
垂直システム: オシロスコープ・チャネル	
帯域幅（–3 dB）	U1602B: DC～20 MHz
	U1604B: DC～40 MHz
DC垂直利得確度	5 mV/div～20 mV/div: フル・スケールの±5%
	50 mV/div～100 V/div: フル・スケールの±3%
オシロスコープ・チャネル・トリガ	
トリガ感度	DC～5 MHz: 0.8目盛り
	U1602B: 5 MHz～20 MHz: 1目盛り
	U1604B: 5 MHz～40 MHz: 1目盛り

デジタル・マルチメータ仕様[1]±（読み値の%+レンジの%）

機能	レンジ	周波数、テスト電流、負荷電圧	1年間Tcal±5℃
DC電圧	600.0 mV		0.3 + 0.08
	6.000 V		0.3 + 0.08
	60.00 V		0.3 + 0.08
	600.0 V		0.3 + 0.08
AC電圧	600.0 mV～600.0 V	50 Hz～1 kHz	1.0 + 0.2
		1 kHz～30 kHz	3.0 + 0.2
AC+DC電圧	6.0000 V～600.0 V	50 Hz～1 kHz	1.0 + 0.2
		1 kHz～30 kHz	3.0 + 0.2
抵抗	600.0 Ω		0.5 + 0.2
	6.000 kΩ		0.5 + 0.2
	60.00 kΩ		0.5 + 0.2
	600.0 kΩ		0.5 + 0.2
	6.000 MΩ		0.5 + 0.2
	60.00 MΩ		1.0 + 0.2
キャパシタンス	60.00 nF		2.0 + 0.2
	600.0 nF		2.0 + 0.2
	6000 nF		2.0 + 0.2
	60.00 μF		2.0 + 0.2
	300.0 μF		2.0 + 0.2
ダイオード	1.000 V	0.5 mA	2.0 + 0.08

[1] 温度が0℃～18℃および28℃～50℃の場合、1℃ごとに読み値の0.1%+レンジの0.02%を加算

補助メータの仕様 ±（読み値の % ＋レンジの %）

機能	レンジ	周波数	1 年間 Tcal ± 5 ℃
温度、℃	600.0 ℃		0.3 + 0.08
	6000 ℃		0.3 + 0.08
温度、°F	600.0 °F		0.3 + 0.08
	6000 °F		0.3 + 0.08
AC 電流	60.00 A	50 Hz ～ 1 kHz	1.0 + 0.2
	600.0 A	50 Hz ～ 1 kHz	1.0 + 0.2
DC 電流	60.00 A		1.0 + 0.08
	600.0 A		1.0 + 0.08
湿度	100.00 %		1.0 + 0.08
圧力、PSI	600.0 psi		1.0 + 0.08

特性

すべての特性は代表的な性能値であり、保証されません。特性は、30分のウォームアップ後、ファームウェア校正温度から±10℃以内で有効です。

表9-2　特性

オシロスコープ特性

概要	サンプリング・レート	タイムベース	注釈
最大サンプリング・レート	各チャネルで100 Mサンプル/s	50 s/div～250 ns/div	ここには最大サンプリング・レートを示します。サンプリング・レートは選択したタイムベースに応じて異なります。表 9-3を参照してください。
	シングル・チャネルおよびインタリーブで200 Mサンプル/s	125 ns/div	200 Mサンプル/sは125 ns/divのタイムベースでのみ使用可能。
等価サンプリング・レート	2.5 Gサンプル/s	125 ns/div ～ 10 ns/div	U1604Bでのみ使用可能。
最大記録長	125,00ポイントをズーム機能で画面に表示可能。 表示ポイント数は選択したタイムベースに応じて異なります。		

垂直システム: オシロスコープ・チャネル

アナログ・チャネル	チャネル1/チャネル2同時収集
帯域幅（–3 dB）	U1602B: DC～20 MHz U1604B: DC～40 MHz
AC結合	< 10 Hz、プローブなし < 1 Hz、10 M? 10:1プローブ使用時
立ち上がり時間	U1602B: < 17.5 ns U1604B: < 8.8 ns
シングルショット帯域幅	U1602B: 20 MHz U1604B: 40 MHz

垂直感度	5 mV/div～100 V/div（1:1パッシブ・プローブ） 50 mV/div～1 kV/div（10:1パッシブ・プローブ） 500 mV/div～10 kV/div（100:1パッシブ・プローブ）
最大入力	CAT III 300 Vrms（最大400 Hz）、端子からグランドまで
オフセット／ダイナミック・レンジ	±5 div
入力インピーダンス	1 MΩ		< 20 pF
結合	AC、DC、GND
プローブ	U1560-60001 1:1パッシブ・プローブ U1561-60001 10:1パッシブ・プローブ U1562-60001 100:1パッシブ・プローブ
プローブ減衰率	1x、10x、100x
プローブ補正出力	3 Vp-p、～1 kHz
最大プローブ入力	1x CAT III 300 VAC 10x、100x CAT III 600 VAC
p-pノイズ	フル・スケールの3%または5 mVのうち大きい方
DC垂直オフセット確度	±0.1 div ±2 mV ±0.5%オフセット値
シングル・カーソル確度	フル・スケールの4%
デュアル・カーソル確度	フル・スケールの4%

水平システム

レンジ	U1602B: 50 ns～50 s/div U1604B: 10 ns～50 s/div
分解能	U1602B: 2 ns U1604B: 400 ps
基準位置	左、中央、右
遅延範囲（プリトリガ）	15目盛り
遅延範囲（ポストトリガ）	1000目盛り
アナログΔt確度	読み値の± 3%, 画面の± 0.4%
モード	メイン、XY、ロール
ジッタの実効値	水平スケールの5%または5 nsのうち大きい方

トリガ・システム

ソース		チャネル1、チャネル2
モード		自動、ノーマル、シングル
選択		エッジ、パルス幅、パターン、ビデオ
	エッジ	任意のソースの立ち上がりまたは立ち下がりエッジでトリガ
	パターン	任意のチャネルの間のAND、OR、NOR、NANDで構成されるハイ／ロー・レベルおよび立ち上がり／立ち下がりエッジのパターンの先頭でトリガ
	パルス幅	200 ns～10 s。任意のソースの正または負のパルス幅が、指定された時間より長い、短い、等しい、等しくない場合にトリガ。
	ビデオ	ビデオ・トリガ感度: 0.7目盛りトリガ・レベル。 チャネル1およびチャネル2の両方で使用可能。 NTSC、PAL、SECAMを含むアナログ・プログレッシブ／インタレース・ビデオ規格。 正または負の同期パルス極性。 モード: 全フィールド、偶数フィールド、奇数フィールド、フィールド内の 5 ～263 のライン。
レンジ		画面中央から±4目盛り
レベル確度		±0.5目盛り
トリガ感度		DC～5 MHz: 0.8目盛り U1602B: 5 MHz～20 MHz: 1目盛り U1604B: 5 MHz～40 MHz: 1目盛り
結合		DC、AC（< 1 Hz）、高周波除去（> 50 kHz）、低周波除去（<30 kHz）、ノイズ除去

測定システム

オートスケール	すべてのアクティブ・オシロスコープ・チャネルを検出して表示、番号が最大のチャネルのエッジ・トリガ・モードを設定、オシロスコープ・チャネルに合わせて垂直感度を設定。必要条件: 電圧> 20 mVp-p、デューティ・サイクル0.5%、周波数> 100 Hz

自動測定	測定値を連続的に更新。
電圧	p-p、最大、最小、振幅、トップ、ベース、+オーバシュート、–オーバシュート、プリシュート、実効値、平均、サイクル平均
時間	任意のチャネルの周波数、周期、+幅、–幅、+デューティ・サイクル、–デューティ・サイクル 立ち上がり時間、立ち下がり時間、遅延、位相シフト
カーソル	水平（X、ΔX）および垂直（Y、ΔY)読み取りを手動で配置
波形演算	CH1 + CH2、CH1 – CH2、CH2 – CH1

FFT[1]

ウィンドウ	方形、ハミング、ハニング、ブラックマン-ハリス
振幅表示	1 dB、2 dB、5 dB、10 dB、20 dBの振幅表示を選択可能

表示システム:

ディスプレイ	4.5インチ・カラー CSTN LCD
解像度	320×240ピクセル
コントロール	コントラスト制御、無限持続表示オン／オフ
組み込みヘルプ・システム	ヘルプ・ボタンを押すことで機能ヘルプを表示
リアルタイム・クロック	時刻と日付（ユーザ調整可能）

記憶装置

セーブ／リコール（不揮発性）	最大10個のセットアップとトレース

[1] FFT機能はU1604Bモデルだけで使用できます。

デジタル・マルチメータ特性

DMM測定

フル・スケール読み値	6000カウント

DC電圧、真の実効値AC電圧	最大入力電圧、600 Vrms CAT II、300 Vrms CAT III DC結合入力結合 入力抵抗、10 MΩ
導通	600 Ωレンジで60 Ω未満でビープ

データ・ロガー	
ソース	デジタル・マルチメータ測定
レンジ	10目盛り
レコード・サイズ	250ポイント
タイム・スパン	オートレンジ150秒～20日
時間基準	開始からの時間
記録方法	最小、最大、平均を選択可能

表9-3　サンプリング・レート

時間/div	サンプリング・レート（表示）	時間/div	サンプリング・レート（表示）
10 ns	2.5 Gサンプル/s	1 ms	25 kサンプル／s
25 ns	1.25 Gサンプル/s	2 ms	12.5 kサンプル／s
50 ns	500 Mサンプル/s	5 ms	5 kサンプル／s
125 ns	200 Mサンプル/s	10 ms	2.5 kサンプル／s
250 ns	100 Mサンプル/s	20 ms	1.25 kサンプル／s
500 ns	50 Mサンプル/s	50 ms	500サンプル/s
1 µs	25 Mサンプル/s	100 ms	250サンプル/s
2 µs	12.5 Mサンプル/s	200 ms	125サンプル/s
5 µs	5 Mサンプル/s	500 ms	50サンプル/s
10 µs	2.5 Mサンプル/s	1 s	25サンプル/s
20 µs	1.25 Mサンプル/s	2 s	12.5サンプル/s
50 µs	500 kサンプル／s	5 s	5サンプル/s
100 µs	250 kサンプル／s	10 s	2.5サンプル/s

一般特性

表9-4　一般特性

電源アダプタ	電源電圧範囲50/60 Hz、100～240 VAC 出力電圧12 VDC
電池	Keysight U1571A、Ni-MH充電式バッテリ・パック7.2 V 動作時間：4時間 充電時間（測定器がオフ状態）: 約4.5時間 充電時間（測定器がオン状態）: 約25時間 充電中の周囲温度: 10℃～40℃
寸法（高さ×幅×奥行）	高さ24.1 cm×幅13.8 cm×奥行き6.6 cm
質量	1.5 kg
I/O	USB 2.0 フル・スピード・クライアント（標準）、および USB 2.0 フル・スピード・ホスト（オプション）
保証	3 年間
	以下を参照 : http://www.keysight.com/go/warranty_terms
動作環境	• 製品本体は3年間 • 製品の標準付属品に対しては、特に記載のない限り3ヶ月 以下は保証の対象外： • 汚染による損傷 • 機械部品の通常の摩耗や損耗 • マニュアル
温度	フル確度での動作: 0 ℃～50℃ 非動作時：–20℃～70℃
湿度	フル確度での動作：80%RH、40℃
高度	動作時：最大2000 m 非動作時：15000 m
衝撃および振動	IEC/EN 60068-2に準拠してテスト済み
ESD許容範囲	± 4 kV
安全コンプライアンス	IEC 61010-1:2001/ EN61010-1:2001 カナダ：CSA C22.2 No. 61010-1:2004 米国: UL 61010-1:2004 汚染度2 本器は屋内専用です。

環境条件

汚染度

本製品は、汚染度2の環境で使用できます。

汚染度の定義

汚染度1: 汚染なし、または乾燥した非伝導性の汚染のみが発生。汚染の影響なし。例としては、クリーン・ルームや空調されたオフィス環境など。

汚染度2: 通常は乾燥した非伝導性の汚染のみが発生。まれに結露による一時的な伝導が発生する可能性あり。例としては、一般的な屋内環境。

汚染度3: 伝導性の汚染が発生、または非伝導性の汚染が発生し、それが結露によって伝導性を持つことが予測される場合。例としては、屋根のある屋外環境。

測定カテゴリ

U1602BおよびU1604Bオシロスコープは、オシロスコープ測定では測定カテゴリIII、300 V、マルチメータ測定では測定カテゴリIII、300 VおよびカテゴリII、600 Vで使用されることを想定しています。

測定カテゴリの定義

測定カテゴリIは、主電源に直接接続されない回路に対して実行される測定を指します。例としては、主電源から派生しない回路、および主電源から派生する回路のうち特別に保護された（内部の）回路があります。

測定カテゴリIIは、低電圧設備に直接接続された回路に対して実行される測定を指します。例としては、家庭電気製品、携帯用工具などの測定があります。

測定カテゴリIIIは、建物設備に対して実行される測定です。例としては、分配ボード、サーキット・ブレーカ、配線（固定設備のケーブル、バス・バー、ジャンクション・ボックス、スイッチ、コンセントなど）、産業用機器、固定設備に永久的に接続された固定モータなどの機器に対する測定が挙げられます。

測定カテゴリIVは、低電圧設備の電源で実行される測定を指します。例としては、電気メーター、一次過電流保護装置、リップル制御装置の測定が挙げられます。

警　告

測定を実行する際には、必ず正しい安全／性能定格の測定器およびアクセサリを使用してください。

最大入力電圧

- **入力CH1／CH2に直接印加（1:1プローブ）— 300 V CAT III**
- **入力CH1／CH2に1:10 Probe経由で印加 — 600 V CAT III**
- **入力CH1／CH2に1:100 Probe経由で印加 — 600 V CAT III**
- **メータ入力 — 300 V CAT III、600 V CAT II**
- **オシロスコープ入力 — 300V CAT III**
- **電圧定格はAC正弦波の場合Vrms（50/60 Hz）、DCアプリケーションの場合VDCです。**

警　告

最大フローティング電圧

- **任意の端子からグランドまで — 300 Vrms CAT III（最大400 Hz）**

索引

A
AC 31
AC電圧検証試験 143
Auto 24
Autoscale 20
Auto トリガ 44

B
Blackman 77

C
Cross hair 57
CSV保存機能と間隔設定 119
Cursor 20

D
DCチャネル結合 32
DC電圧検証試験 141

E
Edge Trigger 45

F
Frames 57

G
Grid 57

H
Hamming 77
Hanning 77
Horizontal Scale 21

L
LCDディスプレイ 167
Logger 19

M
Measure 20
Meter 19

N
Normal トリガ 44

P
p 58
Pattern Trigger 48
Pulse Trigger 47

R
Range 20
Rectangle 77
Run 20

S
Save 20
Scope 19
Single トリガ 44

T
Trigger 20

U
USBフラッシュ・メモリ 86
User 19
Utility 20

V
Video Trigger 51

X
XY 39
Xカーソル 67

Y
YT 39
Yカーソル 70

Z
交換部品リスト 168

あ
アクセサリ保証 123
圧力 108
アナログ・バー・グラフ 24
アベレージ収集 53
アンペア 106
位相 59
一般特性 178
エラー・コード 149
オートスケール 89
オートレンジ 113
オプション
　電源ケーブル 4
オプションのアクセサリ 2
温度測定は 104
湿度測定を 107

か

カーソル測定 66
間隔 130
環境 179
キーパッドを 165
キャパシタンス 103
キャパシタンス検証試験 145
クイック・スタート・ガイド 2
クイック・ヘルプ 12
ケーブル
電源 4
検証試験 133
減衰 33
交換部品 168
格子線 57
工場セットアップの復元 84
コントラストを 56

さ

サイクル平均 58
最小値 58
最大値 58
作業の開始 1
時刻を 9
自己校正 8
システム・ボード 166
実効値 58
自動測定 58
自動電源切断 11
周期 58
収集ステータス 23
充電式電池を 5
周波数 58
消去するには 82
仕様は 170
振幅 58
垂直感度 27、30
垂直基準 28
垂直コントロール 26
スタンドを 157
ステータス表示行 22
清掃が 125
性能試験 133
製品リファレンス 2
相対機能は 110
測定器の 136
測定行 23
ソフトキー 19

た

ダイオード 101
ダイオード検証試験 146
立ち上がり時間 58
立ち下がり時間 58
遅延 59
遅延を 37
チャネル選択 26
データ・ロガー 116
抵抗計には 98
抵抗検証試験 144
抵抗測定を 98
ディスプレイの 13
テスト 130
テスト・レコード 130
テスト機器 131
テストのリスタート 113
デフォルト出荷時設定 6
電圧計機能には 96
電源 4
電源ケーブル 4
電源コード 4
電源スイッチ 19
電池消耗 93
電流 106
導通 100
導通検証試験 147
特性は 173
ドット表示 55
トップ 58
トラブルシューティングの 125
トリガ・ステータス 23
トリガ・ポイント 38
トリガ・モード 43

な

入力電源 5
ノーマル収集モード 53

は

波形表示 22
パッケージの 2
パッケージの内容 2
発送する 124
バッテリ・パック 158
反転コントロール 34
ハンドヘルド 1
ハンドラを 162
ピーク検出 54
日付と 9
表示の 22
標準保証 122
フック・クリップ 2
プラグ
電源 4
プリシュート 59

www.keysight.co.jp

お問い合わせ先

サービス、保証契約、技術 支援については、下記の電話またはファックス番号にお問い合わせください。

米国：

（TEL）800 829 4444　（FAX）800 829 4433

カナダ：

（TEL）877 894 4414　（FAX）800 746 4866

中国：

（TEL）800 810 0189　（FAX）800 820 2816

ヨーロッパ：

(TEL) 31 20 547 2111

日本：

（TEL）(81) 426 56 7832（FAX）(81) 426 56 7840

韓国：

（TEL）(080) 769 0800　（FAX）(080) 769 0900

ラテン・アメリカ：

(TEL) (305) 269 7500

台湾：

（TEL)0800 047 866　（FAX）0800 286 331

その他のアジア太平洋諸国：

(TEL) (65) 6375 8100　（FAX）(65) 6755 0042

または Keysight の Web サイトをご覧ください。

www.keysight.co.jp/find/assist

本書に記載されている製品の仕様と説明は、予告なしに変更されることがあります。最新リビジョンについては、Keysight Web サイトをご覧ください。